Nouvelle Méthode

Pour corriger la distance de la Lune aux Astres De toutes les causes qui peuvent l'altérer.

> Les erreurs inévitables ne sont pas la mesure de celles que l'on doit se permettre.
> Bézout traité de navigation No. 104

Par G. P. Manuel.

New method for [illegible]

MSS
1755 A
SCDIRB

A l'Amiral Bergeret

Amiral

J'ai l'honneur de solliciter votre bienveillance pour un objet qui peut devenir d'un intérêt général dans la marine.

Le calcul de la formule, donnée par M. le Chevalier de Borda pour déterminer la distance vraie de la lune aux astres, est long, et demande une continuité d'attention qui, pour celui qui débute à la mer, est sans cesse appelée ailleurs : il commence, il est interrompu ou distrait à tout moment par mille et une causes, il revient à son calcul, le résultat en est erroné, il juge qu'il s'est mépris, il cherche sa faute, fait et refait les chiffres, les prend l'un pour l'autre, il s'impatiente, recommence le calcul en grand, et souvent n'est pas plus heureux que la première fois ; découragé par des tentatives réitérées et si rarement satisfaisantes, il finit par abandonner les observations, et, comme les anciens navigateurs qu'il a tant de fois entendu citer, il s'en tiendra dorénavant à son estime ; arrivera ce qui pourra. Amiral, vous connaissez ce désavantage de la méthode du savant officier qui a fait tant d'honneur à la marine française, et rendu, par l'invention du cercle, un si grand service à celles de toutes les nations ; beaucoup, de ceux qui ont ensuite vaincu la difficulté par la pratique, vous doivent de n'avoir pas d'abord pris cette funeste détermination par l'ardeur que vous inspiriez en applaudissant à leurs premiers essais, et en les encourageant quand ils étaient infructueux.

En étudiant les ouvrages des savans distingués qui, après avoir porté l'astronomie à la hauteur où elle s'est élevée, entraînés par l'amour du bien public, n'ont pas dédaigné redescendre au niveau des élémens pour rompre cet empêchement, et rendre les observations de longitude, pour ainsi dire, populaires, j'ai désiré, s'il m'était possible, les aider à atteindre ce but. Je crois que mon travail m'a conduit à une méthode en même temps plus simple et plus exacte que toutes celles qui sont maintenant en usage ; mais, comme on juge son propre ouvrage avec beaucoup de partialité, je n'en serai assuré qu'autant qu'elle aura subi l'examen et reçu l'approbation de ceux dont la France s'honore. Amiral, vous avez la bonté de la mettre sous leurs yeux, il ne vous feront pas attendre la réponse, et bientôt je pourrai être tiré de cette sorte d'anxiété pénible qui accompagne toujours une attente incertaine.

Je ne suis pas le seul de ma maison qui soit dans cette situation indéfinissable,

et qui mette en vous tout son espoir: l'anxiété de mon fils Armand est aussi naturelle et plus vive en raison de sa jeunesse et du désir qui le domine, le sort de toute sa vie dépend de la réponse à cette double question, qu'il se fait continuellement, serai-je ou ne serai-je pas admis dans la marine élève de première classe.

Amiral, toute ma famille vous prie d'accepter l'expression de son éternelle reconnaissance et de présenter ses hommages à Madame Bergeret.

J'ai l'honneur d'être avec tous les sentimens qu'inspire la vertu et la valeur,

Amiral,

Votre très humble et très obéissant serviteur

G. Mancel

Brest le 10 juillet 1831

Avant-Propos.

Les formules, qui donnent la différence entre la distance apparente de la lune aux astres et la distance vraie, ont été tant de fois remaniées, et cela par les savans les plus distingués: MM. Delambre, Legendre, Mendoza, etc. qu'il restait peu d'espoir d'arriver à de nouvelles simplifications; sur-tout, en ne sacrifiant rien de l'exactitude à la brièveté; aussi, dans le principe, en étudiant ces formules, dont la plupart ne sont point démontrées dans les livres où elles se trouvent, je ne me proposai que d'en chercher les démonstrations, afin de pouvoir juger avec certitude jusqu'à quel point on peut compter sur les résultats qu'elles fournissent. Mon seul but était d'être utile 1°. à beaucoup de maîtres au cabotage, qui n'étant plus bornés à naviguer de Dunkerque à Bayonne, désirent étendre leurs connaissances autant que leur navigation s'est étendue; 2°. A ceux de ces maîtres, et à un grand nombre de jeunes gens, qui n'ayant appris que la pratique des calculs en se servant des petites tables de Lalande, s'embarquent officiers sur les navires du commerce, ou entrent à la timonnerie sur les bâtimens de guerre. Mes recherches m'ont conduit à la méthode que je propose qui, réunissant à l'aide des tables que j'ai calculées, l'exactitude à la simplicité, pourra peut-être mériter l'attention de toutes les classes de marins, ne serait-ce que pour vérifier, d'une manière certaine et prompte, les résultats qu'ils auront obtenus par la formule de Borda: elle leur donnera en même-temps, et sans ajouter sensiblement au calcul, le moyen d'avoir l'accourcissement causé par la réfraction sur les demi-diamètres inclinés à l'horizon, et dispensera ainsi l'observateur qui mesurera la distance d'estimer cette inclinaison ou de la déterminer par le calcul. L'estimation de l'inclinaison étant assez embarrassante, et le calcul qui en tient lieu presque aussi long que celui qui, par notre méthode, donne la distance corrigée de tout ce qui peut l'altérer, joint à ce que l'erreur qui peut en résulter, quoique pouvant être de 15 à 20 secondes quand l'astre n'a que de 6 à 8 degrés de hauteur, diminuant rapidement à mesure que les hauteurs augmentent, est toujours au-dessous de l'erreur que peut donner l'observation, font que peu de marins s'en occupent; ceux seulement, qui, avec Bézout, pensent que les erreurs inévitables ne sont pas la mesure de celles qu'on peut se permettre, ont égard à l'accourcissement des demi-diamètres: c'est donc un avantage de le donner sans embarras et sans une grande augmentation de calcul.

Comme M. De Rossel, nous appellerons les corrections de la distance équations de cette distance pour les distinguer des corrections des hauteurs; celles qui dépendent de la correction de la hauteur du soleil ou de l'étoile, nous les appellerons équations du soleil ou de l'étoile; celles qui dépendent de la hauteur de la lune, nous les appellerons équations de la lune; et nous nommerons équation atmosphérique, celle qui dépend de la température et du poids de l'atmosphère. Nous trouverons cette dernière par une seule opération pour les deux astres, et pour en faciliter la recherche, nous avons changé la forme des facteurs donnés page 161 de la connaissance des temps; par ce changement, au lieu de faire le produit des deux facteurs, on fera leur somme algébrique, avec laquelle et sans aucun calcul on trouvera, à l'aide de la table suivante l'équation cherchée: étant ainsi facile d'avoir l'équation atmosphérique, on se munira d'un baromètre et d'un thermomètre, et cette équation qui, dans bien des circonstances, est assez importante pour qu'on y fasse attention ne sera plus négligée.

Déterminer la longitude d'un lieu par l'observation de la distance de la lune au soleil ou aux étoiles.

Nous ne occuperons ici que de la distance de la lune au soleil, nous supposerons qu'on soit trois observateurs, et que la hauteur du soleil doivent servir à trouver l'heure du lieu.

L'observateur le plus exercé mesurera la distance du bord éclairé de la lune au bord le plus voisin du soleil, les deux autres prendront en même temps la hauteur du bord inférieur du soleil, et celle d'un des bords de la lune; ces observations seront répétées cinq ou six fois dans le plus court intervalle de temps possible.

On fera séparément la somme des distances et des hauteurs observées de chacun des deux astres, puis divisant chaque somme par le nombre des observations, on aura une distance moyenne des bords voisins, une hauteur moyenne du bord inférieur du soleil, et une hauteur moyenne du bord observé de la lune, que l'on pourra regarder comme trois observations simultanées faites par les trois observateurs à l'heure approchée indiquée par les montre au commencement ou à la fin des observations, une erreur de quelques minutes ne pouvant avoir d'influence sensible sur la longitude observée.

Préparation du Calcul.

1°. Pour le jour de l'observation et pour l'heure approchée du bord rapportée au méridien de Paris, prenez, dans la connaissance des temps, le demi-diamètre du soleil, celui de la lune, et sa parallaxe horizontale sous l'équateur.

Vous pourrez en même temps, pour ne pas revenir à ce livre, prendre pour ce même jour, la déclinaison du soleil et le mouvement diurne de cette déclinaison, ainsi que les deux distances de la lune au soleil qui correspondent à l'heure qui précède et à celle qui suit l'heure approchée de Paris; vous écrirez chacun de ces élémens à la place qui lui est assignée dans le type du calcul.

2°. Ajoutez au demi-diamètre horizontal de la lune l'augmentation qui convient à sa hauteur actuelle, et retranchez de sa parallaxe horizontale sous l'équateur, la diminution qui convient à la latitude du lieu de l'observation.

3°. De la hauteur du bord inférieur du soleil, corrigée de l'erreur de rectification, retrancher la dépression de l'horizon, et au reste, qui sera la hauteur apparente du bord inférieur, ajoutez le demi-diamètre, la somme vous donnera la hauteur apparente du centre.

4°. De la hauteur apparente retranchez la réfraction moins la parallaxe qui convient à la hauteur apparente du bord inférieur pour avoir la hauteur vraie du centre, qui vous servira dans le calcul de l'angle horaire.

5°. De la hauteur du bord observé de la lune, corrigée de l'erreur de rectification, retranchez la dépression de l'horizon, le reste étant augmenté ou diminué de son demi-diamètre en hauteur, selon le bord qui aura été observé, vous donnera la hauteur apparente du centre; vous en prendrez le complément à 90 degrés

6°. Avec la parallaxe horizontale de la lune, et la hauteur apparente du centre, cherchez la correction de la hauteur de cet astre ou sa parallaxe diminuée de la réfraction.

7°. Enfin, à la distance apparente des bords voisins, ajoutez le demi-diamètre du soleil, et le demi-diamètre en hauteur de la lune; la somme sera la distance apparente des centres, dont prendrez la moitié.

Déterminer la distance vraie.

1°. Ecrivez, l'une au-dessous de l'autre, la hauteur apparente du soleil, et celle de la lune, et à la droite de celle-ci, et sur la même ligne, le complément de cette dernière hauteur; faites la somme et la demi-somme des deux hauteurs apparentes, la demi-somme étant ajoutée au complément de la hauteur apparente de la lune vous donnera un arc que vous désignerez par M, au-dessous duquel vous écrirez la moitié de la distance apparente des centres.

Ajoutez ensuite les logarithmes cotangentes

De la demi-somme des hauteurs apparentes,
De l'arc M, et de
la moitié de la distance apparente des centres.

La somme, en suprimant les dixaines, sera le logarithme cotangente d'un arc que vous désignerez par N.

Remarquez si l'arc M est plus petit ou plus grand que 90 degrés, dans le premier cas vous prendrez aussi l'arc N < 90°, et plus grand dans le second; parce que les arcs M et N sont toujours de même espèce.

2°. De l'arc N retranchez la moitié de la distance apparente et désignez l'arc restant par A; cet arc A vous servira à trouver les équations du soleil.

3°. A l'arc N ajoutez la moitié de la distance apparente, et de la somme que vous nommerez arc A' approché, vous en retrancherez l'arc soustractif qui, table VI, correspondra aux hauteurs apparentes des deux astres et à leur distance apparente, le reste sera l'arc A' corrigé, au-dessous duquel, vous écrirez le complément de la hauteur de la lune et la correction de cette hauteur. Ensuite ajoutez

Le log. cotang. de l'arc A' corrigé,
le log. ~~cotang.~~ du compl. de la haut.^r app. de la lune, et
le log. du nombre des secondes de la correction de cette hauteur.

La somme, en suprimant les dixaines, sera le logarithme du nombre des secondes de la première équation de la lune, qui sera additive quand l'arc A' sera plus petit que 90 degrés et soustractive dans le cas contraire.

4°. Faites un tableau de deux colonnes portant en tête les signes + et − vous écrirez dans la première les équations additives et dans la seconde celles qui seront soustractives.

5°. Entrez dans la table IX, sous la distance apparente, vis-à-vis, la correction de la hauteur de la lune, vous trouverez la seconde équation de cet astre qui sera toujours additive; vis-à-vis cette seconde équation, dans la même colonne verticale de la distance apparente, vous trouverez la troisième équation de la lune qui sera toujours soustractive.

6° Entrez dans les tables X, XI et XII, qui sont réunies sur la même page, la table X vous donnera le nombre constant C correspondant à la hauteur du soleil ou de l'étoile; dans la table XI, sous ce nombre C, vis-à-vis de l'arc A, vous trouverez l'équation de l'étoile ou la première équation du soleil, qui sera additive quand vous aurez A < 90°. et soustractive dans le cas contraire; enfin la table XII vous donnera la seconde équation du soleil, qui devra toujours être affectée d'un signe contraire à la première.

7°. Entrez dans la table XV. sous la hauteur du soleil vis-à-vis l'arc A vous prendrez l'argument de l'accourcissement de son demi-diamètre, avec lequel et sa hauteur vous prendrez, table XVI, la première partie de cet accourcissement; ensuite dans la table XVII, sous le demi-diamètre du soleil vous prendrez la seconde partie de ce même accourcissement qui correspond à la première. Les deux parties de l'accourcissement seront toujours soustractives.

Opérez de la même manière et en même temps pour la lune, et affectez également les deux parties de l'accourcissement de son demi-diamètre du signe Moins.

Cependant quand on aura observé la distance d'une étoile au bord le plus éloigné de la lune, il faudra donner le signe + à l'accourcissement de son demi-diamètre.

8°. En même temps que vous prendrez table X et XI la première équation du soleil, prenez l'équation de l'étoile correspondante à la hauteur de la lune et à l'arc A' corrigé, si les arcs A et A' sont de différente espèce, c'est-à-dire l'un plus petit, l'autre plus grand que 90°: ajoutez cette dernière équation à la première équation du soleil, et faites leur différence si A et A' sont de même espèce, cette somme ou cette différence sera le nombre E.

Prenez table XIII les facteurs qui correspondent à la hauteur du baromètre et à celle du thermomètre, si ces deux facteurs ont le même signe vous les ajouterez, dans le cas contraire vous retrancherez le plus petit du plus grand, et vous donnerez au reste le signe de celui-ci; la somme ou la différence sera le nombre ± F. avec lequel et le nombre E la table XIV vous donnera, comme une table de Pythagore, le produit de ces deux nombres ou l'équation atmosphérique toujours de même signe que le nombre F.

DSI

9°. Faites une somme particulière de toutes les équations écrites dans une même colonne du tableau, retranchez la plus petite de ces deux sommes de la plus grande le reste sera l'équation totale que vous ajouterez à la distance apparente des centres ou que vous en retrancherez, selon le signe dont elle sera affectée, la somme ou le reste sera la distance vraie calculée.

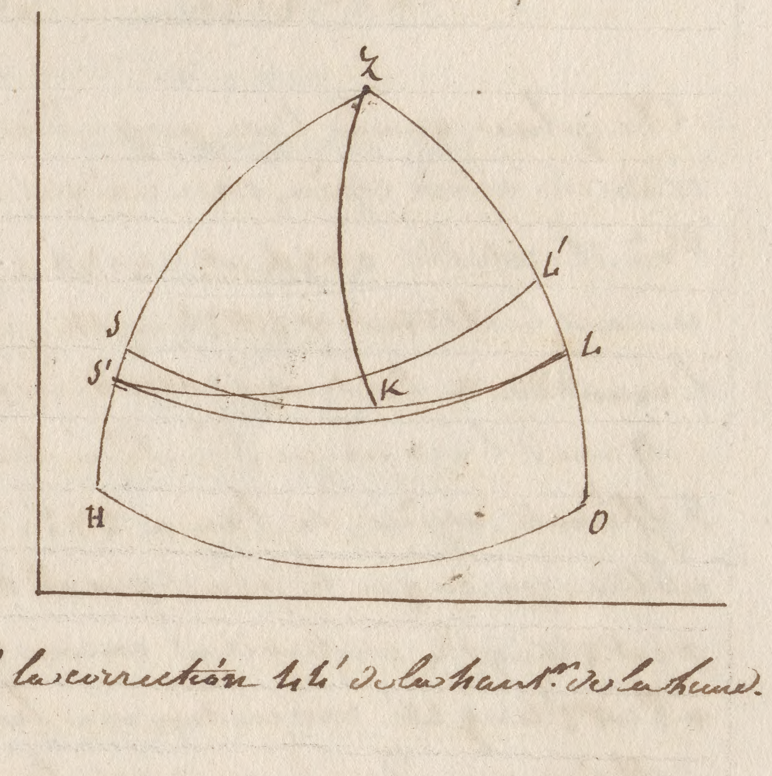
10°. Prenez la différence entre la distance précédente et la distance suivante, de la connaissance des temps, et la différence entre la distance précédente et la distance calculée. Ensuite

Du log. proportionnel de cette seconde différence,
retranchez le log. proportionnel de la première,

Le reste sera le logarith. proportionnel de ce qu'il faudra ajouter à l'heure de la distance précédente pour avoir l'heure vraie comptée à Paris au moment de l'observation de la distance.

11°. Avec la déclinaison du soleil, calculée pour l'heure vraie de Paris, la hauteur de cet astre, et la latitude du lieu, préparées chacune comme l'exige la formule que vous employerez, déterminez l'heure vraie du bord par un calcul d'angle horaire. La différence entre l'heure vraie du bord et celle de Paris réduite en degrés, vous donnera la longitude observée, qui sera Orientale ou Occidentale, selon que l'heure vraie du bord sera plus grande ou plus petite que celle de Paris.

Démonstration. Soient Z le zénith, HO l'horizon, ZO le vertical de la lune, ZH celui du soleil ou de l'étoile, que nous désignerons sous le nom général de second astre, L le lieu apparent de la lune, L' son lieu vrai plus élevé que le lieu apparent, parce que sa parallaxe est toujours plus grande que la réfraction, S le lieu apparent du soleil, S' son lieu vrai, moins élevé que le lieu apparent, parce que la parallaxe du soleil est toujours moindre que la réfraction. Nous représenterons par



δ, la hauteur apparente SH du second astre,
ζ, sa distance apparente ZS au zénith,
δ' la hauteur apparente LO de la lune,
ζ', sa distance apparente ZL au zénith,
d, la distance apparente SL,
d' la distance S'L' corrigée des effets de la réfraction,
et de la parallaxe du second astre,
x la différence entre SL et S'L ou l'équation du second astre,
y la différence entre S'L et S'L' ou l'équation de la lune
r la correction SS' de la hauteur du second astre, et par p, la correction LL' de la haut.^r de la lune.

Dans le triangle SLS'

$$\cos LS' = \cos LSS' \sin LS \sin SS' + \cos LS \cos SS'$$

L'angle LSS' étant supplément de ZSL, à cos LSS' on peut substituer − cos ZSL, en représentant l'angle ZSL par S, nous aurons d'après la notation convenue

$$\cos(d+x) = -\cos S \sin d \sin r + \cos d \cos r$$

et en développant le 1^er membre

$$\cos d \cos x - \sin d \sin x = -\cos S \sin d \sin r + \cos d \cos r$$

Changeant les signes, faisant passer cos d cos x dans le second membre, divisant ensuite par sin d et mettant pour $\frac{\cos d}{\sin d}$ sa valeur cotang d, il viendra

$$\sin x = \sin r \cos S + \cot d \cos x - \cot d \cos r.$$

Dans le triangle LS'L', en nommant L l'angle ZLS', on obtiendra de la même manière

$$\sin y = -\sin p \cos L + \cot d' \cos y - \cot d' \cos p.$$

Supposons $p = 56'$, ce qui est au delà de son maximum, les tables donnent sin 0°.56' = 0.01624902, le rayon étant pris pour unité, et la valeur de l'arc de 0°.56', en partie de ce même rayon, est égal à 0.01624974, la différence de l'arc au sinus n'est donc que de 0.0000072 qui divisé par 0.01624974 fait environ $\frac{1}{22627}$ de l'arc de 56', ou une erreur de 0,"10, que l'on commettra en prenant l'arc de 0°56' pour le sinus de cet arc, et parce que dans un triangle un côté quelconque est toujours plus grand que la différence des deux autres, on aura toujours $y < p$, à moins que les deux astres ne soient dans le même vertical; dans ce cas $y = p$, car alors l'angle ZLS' devenant nul ou de 180°, le triangle LS'L' cesse d'exister; on peut donc remplacer les sinus des arcs p et y, et à plus forte raison ceux des arcs r et x par ces arcs mêmes. Donc en faisant $\cot d \cos x - \cot d \cos r = \sin T$ et $\cot d' \cos y - \cot d' \cos p = \sin T$. nous aurons

$x = r\cos S + \sin T$, $\qquad y = -P\cos L + \sin T'$.

Du zénit Z, soit abaissé sur SL l'arc de grand cercle perpendiculaire ZK. le triangle rectangle KZS donnera $\cos S = \cot Z \tang SK$, d'où

$$x = r\cot Z \tang SK + \sin T.$$

Concevant de Z sur S'L un arc de grand cercle perpendiculaire que nous désignerons par ZK', nous aurons également

$$y = -P\cot Z' \tang LK' + \sin T'.$$

Le triangle ZLS donne (Bézout trigo. sphé. 359).

$$\tang \tfrac{1}{2} SL : \tang \tfrac{1}{2}(ZS+ZL) :: \tang \tfrac{1}{2}(ZS \backsim ZL) : \tang \tfrac{1}{2}(SK \mp LK);$$

d'où, en faisant $\frac{1}{2}(SK \mp LK) = Q$, et se servant de la notation convenue,

$$\tang Q = \tang \tfrac{1}{2}(Z+Z')\tang \tfrac{1}{2}(Z \backsim Z')\cot d.$$

En faisant $\frac{1}{2}(S'K' \mp LK') = Q'$, le triangle ZS'L donnera par le même principe

$$\tang Q' = \tang \tfrac{1}{2}(ZS+Z')\tang \tfrac{1}{2}(ZS' \backsim Z')\cot d.$$

Remarquons, 1°. qu'on aura toujours Q et Q' plus petits que 90°. car la demi-distance apparente des centres, et la demi-somme de leurs distances au zénith, sont moindres que 90 degrés.

2°. Que l'arc perpendiculaire abaissé du zénith sur la distance, tombera dans le triangle quand on aura $Q < \frac{1}{2}d$, et hors du triangle dans le cas contraire

Dans le 1er cas	Dans le second cas
$Z > Z'$ donnera	$Z > Z'$ donnera
$SK = Q + \frac{1}{2}d$, $\quad LK' = -Q' + \frac{1}{2}d'$.	$SK = Q + \frac{1}{2}d$, $\quad LK' = Q' - \frac{1}{2}d'$
$Z < Z'$ donnera	$Z < Z'$ donnera
$SK = -Q + \frac{1}{2}d$, $\quad LK' = Q' + d'$	$SK = Q - \frac{1}{2}d$ $\quad LK' = Q' + \frac{1}{2}d'$.

De plus quand l'arc perpendiculaire tombera dans le triangle, les angles à la base, étant de même espèce, seront aigus, car alors $\frac{1}{2}d$ et $Q < \frac{1}{2}d$ sont toujours moindres que 90 degrés, d'où il résulte $Q + \frac{1}{2}d$ et $-Q + \frac{1}{2}d < 90°$ sont par conséquent de même espèce que Z et Z', donc dans ce cas les termes $r\cot Z \tang SK$, et $-P\cot Z' \tang LK'$, conserveront leurs actuels, et par conséquent l'équation x du second astre sera additive, et l'équation y de la lune soustractive.

Quand l'arc perpendiculaire tombera hors du triangle, les angles à la base étant de différente espèce, si l'on a $Z > Z'$, l'angle au second astre sera aigu, et l'angle à la lune sera obtus, parce que le plus grand côté est opposé au plus grand angle; donc alors le terme $r\cot Z \tang SK$ conservera encore son signe actuel, et le terme $-P\cot Z' \tang LK'$ deviendra $+P\cot Z' \tang LK'$. par conséquent les deux équations x et y seront additives.

Mais quand on aura $Z < Z'$, l'angle au second astre sera obtus, et l'angle à la lune sera aigu; par conséquent les deux équations x et y seront soustractives.

Quant aux valeurs de $\sin T$ et $\sin T'$, elles seront additives ou soustractives, selon que la distance apparente sera plus petite ou plus grande que 90 degrés, car dans le premier cas cotangente d est positive et négative dans le second.

Cette formule donnerait la correction de la distance, mais elle exigerait des considérations assez nombreuses, faciles à confondre, et difficiles à retenir par la variété des cas. Voyons ce qu'elle deviendra en n'y faisant entrer que des cotangentes; ce qui d'abord établira l'uniformité des quantités, toujours si désirable pour éviter les méprises, et parce que la différence entre Q et Q' ne doit point influer sur les résultats que nous obtiendrons nous supposerons pour un moment $Q' = Q$.

Pour arriver au but proposé Remarquons que

$$1°.\ \tang \tfrac{1}{2}(Z+Z') = \cot \tfrac{1}{2}(\Delta+\Delta')$$
$$2°.\ \tang \tfrac{1}{2}(Z \backsim Z') = \cot \{90 \mp \tfrac{1}{2}(\Delta \backsim \Delta')\}.$$

soit $Z' < Z$ ou $\Delta' > \Delta$, en prenant le signe supérieur, effectuant la soustraction, puis ajoutant et retranchant $\frac{1}{2}\Delta'$ on trouvera $90° - \frac{1}{2}(\Delta' - \Delta) = 90° - \Delta' + \frac{1}{2}(\Delta+\Delta') = Z' + \frac{1}{2}(\Delta+\Delta')$ . . . . (m)

Soit $Z' > Z$ ou $\Delta' < \Delta$, en prenant le signe inférieur, effectuant l'addition, puis ajoutant et retranchant $\frac{1}{2}\Delta'$ on trouvera $90 + \frac{1}{2}(\Delta - \Delta') = 90° - \Delta' + \frac{1}{2}(\Delta+\Delta') = Z' + \frac{1}{2}(\Delta+\Delta')$ . . . . (m')

d'où en faisant $Z + \frac{1}{2}(\Delta+\Delta) = M$ $\qquad \tang \frac{1}{2}(Z \backsim Z') = \cot M$.

Maintenant soient $90 \mp Q = N$, $\quad 90 \mp SK = A$, $\quad 90° \mp LK = A'$;

nous aurons $\qquad \tang Q = \cot N$; $\quad \tang SK = \cot A$; $\quad \tang LK = \cot A'$.

et les formules, qui donnent les valeurs de Q, de x et de y deviendront

$\cot N = \cot \frac{1}{2}(\Delta+\Delta')\cot M \cot \frac{1}{2}d$; $\quad x = r\cot Z \cot A + \sin T$; $\quad y = -P\cot Z' \cot A' + \sin T'$.

Reste à chercher les valeurs de A et A' en fonctions de N et de d, et dans quels cas, d'après ces valeurs, les équations x et y seront additives ou soustractives.

1°. Quand l'arc perpendiculaire ZK tombera dans le triangle, nous avons déjà trouvé que les deux équations x et y seront toujours la première additive et la seconde soustractive.

Or dans ce cas $Z > Z'$ a donné $\quad SK = Q + \frac{1}{2}d$, $\quad LK = -Q + \frac{1}{2}d$,

Donc 1°. $\quad 90 - SK = 90° - Q - \frac{1}{2}d$, $\quad 90 + LK = 90 - Q + \frac{1}{2}d$,

2°. $\quad A = N - \frac{1}{2}d \quad A' = N + \frac{1}{2}d$

3°. $N = 90° - Q$ sera $< 90°$; $\quad A = 90° - SK$ sera $< 90°$; $\quad A' = 90° + LK > 90°$.

4°. $M = 90° - \frac{1}{2}(\Delta' - \Delta)$ . . . (m) sera $< 90°$.

$Z < Z'$ a donné $\quad SK = -Q + \frac{1}{2}d$, $\quad LK = Q + \frac{1}{2}d$,

Donc 1°. $\quad 90° - SK = 90° + Q - \frac{1}{2}d$, $\quad 90 + LK = 90° + Q + \frac{1}{2}d$

2°. $\quad A = N - \frac{1}{2}d$, $\quad A' = N + \frac{1}{2}d$

3°. $N = 90° + Q$ sera $> 90°$, $\quad A = 90° - SK$ sera $< 90°$, $\quad A' = 90 + LK$ sera $> 90°$,

4°. $M = 90 + \frac{1}{2}(\Delta - \Delta'$ $\quad$ (m') sera $< 90°$.

2°. Quand l'arc perpendiculaire ZK tombera hors du triangle nous avons également trouvé que si l'on a $Z > Z'$, les équations x et y seront toutes deux additives, et soustractives dans le cas contraire.

Or alors $Z > Z'$ a donné $\quad SK = Q + \frac{1}{2}d$, $\quad LK = Q - \frac{1}{2}d$,

Donc 1° $\quad 90° - SK = 90° - Q - \frac{1}{2}d$, $\quad 90 - LK = 90 - Q + \frac{1}{2}d$,

2° $\quad A = N - \frac{1}{2}d$, $\quad A' = N + \frac{1}{2}d$

3°. $N = 90° - Q$, sera $< 90°$; $\quad A = 90° - SK$ sera $< 90°$ $\quad A' = 90° - LK$ sera $< 90°$

4°. $M = 90 - \frac{1}{2}(\Delta' - \Delta)$ $\quad$ (m) sera $< 90°$.

$Z < Z'$ a donné $\quad SK = Q - \frac{1}{2}d$, $\quad LK = Q + \frac{1}{2}d$,

Donc 1°. $\quad 90 + SK = 90° + Q - \frac{1}{2}d$, $\quad 90 + LK = 90° + Q + \frac{1}{2}d$,

2°. $\quad A = N - \frac{1}{2}d$, $\quad A' = N + \frac{1}{2}d$,

3°. $N = 90° + Q$ sera $> 90°$; $\quad A = 90° + SK$ sera $> 90°$; $\quad A' = 90 + LK$ sera $> 90°$;

4°. $M = 90° + \frac{1}{2}(\Delta - \Delta')$ $\quad$ (m') sera $> 90°$.

Ce tableau démontre que

1°. Les arcs M et N seront toujours de même espèce.

2°. Dans tous les cas on aura $A = N - \frac{1}{2}d$, et $A' = N + \frac{1}{2}d$.

3. Les équations x et y correspondantes aux arcs A et A' seront additives quand ces arcs seront plus petits que 90 degrés, et soustractives dans le cas contraire.

Ces trois règles générales sont simples et faciles à fixer dans la mémoire.

Passons à la construction des tables; pour cela comparons la formule

$$x = r\cot Z \cot A + \sin T$$

Aux expressions

$$C = r\cot(Z - 3{,}25r) \qquad r = C\cot(H + 3{,}25r)$$

déduites de celle-ci $r = A\tang(Z - 3{,}25r)$, en y changeant A en C, donnée par M. Biot, (astron. phys. liv. I chap XVIII p. 204). dans laquelle r est la réfraction correspondante à la distance au zénith Z, et A une quantité constante pour une même pression pression de l'atmosphère et une même température. Nous verrons que

1°. Le produit $r\cot Z$ ne doit pas différer beaucoup de la constante de la réfraction; par conséquent les variations de ce produit doivent être renfermées dans des limites peu étendues.

2°. La valeur totale du terme $r\cot Z \cot A$ doit aussi peu différer de la réfraction correspondante à une hauteur égale à l'arc A: on peut donc construire des tables qui donneront ces valeurs à vue, et dispenseront de la recherche de quatre logarithmes: ce sont nos tables X et XI.

La première donne $C = r\cot Z$ et la seconde $x = C\cot A$.

Quand le second astre est le soleil, en désignant sa parallaxe par π on aura $x = (r - \pi)\cot Z \cot A$, ou en nommant x' l'équation correspondante à la parallaxe du soleil $\quad x = r\cot Z \cot A$, $\quad x' = -\pi \cot Z \cot A$

La table XII donne la valeur de $\pi \cot A \cot Z$ ou la seconde équation du soleil qui, comme on le voit, est toujours de signe contraire à la première.

Nous négligeons le terme $\sin T$, parce qu'il ne donne jamais plus de 1''; cependant quand on aura besoin d'une plus grande précision, on trouvera par la table IX la valeur de $\sin T$ en même et de la manière que la seconde et la troisième équations de la lune.

L'arc A' représente, non $90° \mp LK$, mais $90° \mp LK'$, et ces deux arcs ne pourront être pris l'un pour l'autre que quand la hauteur apparente du second astre sera au moins de 30°, et qu'en même temps celle de la lune ne sera pas au-dessous de 60°; autrement on devra chercher l'arc A', en calculant de nouveau l'arc A avec la hauteur vraie du second astre et la distance apparente corrigée de l'équation x. Pour épargner ce nouveau calcul en conservant à la formule toute son exactitude, ou au moins toute l'exactitude désirable, nous avons calculé la table VI qui donne la différence entre $90° \mp LK$ et $90° \mp LK'$, différence qui doit être retranchée du premier pour avoir le second (‡): c'est pourquoi nous l'avons nommé arc soustractif.

Pour calculer la valeur du terme $\sin T'$ nous avons la formule $\sin T' = \cot d \cos y - \cot d \cos P$. remplaçant $\cos y$ et $\cos P$ par leur valeurs $1 - 2\sin^2 \frac{1}{2} y$ et $1 - 2\sin^2 \frac{1}{2} P$ il viendra

$$\sin T' = 2\cot d \sin^2 \tfrac{1}{2} P - 2\cot d \sin^2 \tfrac{1}{2} y;$$

Mais T', $\frac{1}{2}P$ et $\frac{1}{2}y$, étant toujours de très petits arcs, sont sensiblement proportionnels à leurs sinus. ainsi, on pourra faire $\sin T' = T' \sin 1''$, $\sin \frac{1}{2} P = \frac{1}{2} P \sin 1''$, $\sin \frac{1}{2} y = \frac{1}{2} y \sin 1''$; d'où il résulte

$$T' = \tfrac{1}{2} P^2 \cot d \sin 1'' - \tfrac{1}{2} y^2 \cot d \sin 1''.$$

Dans la table IX, calculée par cette dernière formule, l'équation T est composée de signes contraires, que nous nommons seconde et troisième équation de la lune: quand la distance est plus petite que 90°, le premier terme est positif et le second négatif, c'est le contraire quand la distance apparente est plus grande que 90°. Dans ce dernier cas, pour éviter le changement de signes on a retranché chacune de ces deux équations de 20 secondes ce qui change seulement l'ordre des termes de cette différence sans altérer sa valeur, en sorte que la seconde équation de la lune, donnée par la table IX est toujours additive et la 3.ème soustractive.

Cette table que nous avons copiée, en comparant celles qui se trouvent dans différentes collections, n'a été calculée, pour les distances de degré en degré que jusqu'à 60°, et au-delà que de 5 en 5 degrés, et pour les minutes seulement de P et de y; les équations qu'on y prendra ne sont aussi données qu'à la seconde. Quand on aura besoin d'une plus grande précision, on la calculera soi-même, ce qui ne sera pas long; car on a déjà les logarithmes de P et de y, et dans la table des logarithmes cotangentes, nous avons mis à chaque page le logarithme constant égal à $\log \sin 1'' - \log 2$; en sorte qu'on n'aura à chercher qu'un logarithme de plus et à quels nombres répondent les logarithmes de ces deux termes.

De l'accourcissement des demi-diamètres.

Par l'effet de la réfraction, le disque du soleil et celui de la lune, au lieu de paraître circulaires se changent en une ellipse, dont le grand axe est horizontal, le petit axe vertical, et dont les différens diamètres sont d'autant plus petits qu'ils forment avec le grand axe un angle plus grand. Les tables XVI et XVII donnent leurs accourcissemens, les argumens de la 1.ère sont la hauteur de l'astre, et le sinus de l'inclinaison de celui qui aboutit au point de contact sur le diamètre parallèle à l'horizon, inclinaison qui est égale au complément de l'angle que fait le vertical de l'astre avec l'arc de grand cercle qui joint les lieux apparents des deux astres; or, en supposant qu'il s'agit du soleil on a $\cos S = \cot Z \cot A$. donc en nommant I l'inclinaison de ce demi-diamètre on aura $\sin I = \cot Z \cot A$; nous avons retranché 9 unités du logarithme sinus de I; ainsi l'argument de XVI = $\log \cot A + \log \cot Z - 9$, et cette table qui est suffisamment étendue pour épargner la recherche des parties proportionnelles a été calculée par la formule accourcissement = $dr \sin^2 I$, déduite de la formule que M. Biot a donnée Note I. Liv. III tome II page 154 de son traité d'astronomie physique, dr étant le changement de la réfraction pour une différence de 10' dans la hauteur; la table XVII donne le produit du dixième de cette première partie multiplié par l'excès du demi-diamètre en hauteur sur 10'; ses argumens sont ce même demi-diamètre et la première partie de l'accourcissement.

De l'équation Atmosphérique

De même que les tables X et XI ont donné l'équation correspondante à la réfraction du second Astre, elles donneront celle qui correspond à la réfraction de la lune car la formule $y = -P \cot Z' \cot A'$ revient à $y = -(P'-r') \cot Z' \cot A'$ ou $y = -P \cot Z' \cot A' + r' \cot Z' \cot A'$, P représentant la parallaxe de hauteur de la lune et r' sa réfraction. Mais ces tables ont été calculées sur celle des réfractions qui se trouve page 160 de la connaissance des temps, qui supposent la hauteur du baromètre de 0m,760 et celle du thermomètre de 10°. de l'échelle centigrade, un état différent de l'atmosphère peut donner une différence sensible dans la somme algébrique de ces deux équations; on trouvera cette différence, que nous appelons équation atmosphérique, au moyen des tables XIII et XIV, comme nous l'avons dit dans l'énoncé de la formule.

En effet, supposons, pour un instant, que le baromètre étant à sa hauteur moyenne 0m.760, le thermomètre, au moment de l'observation soit à tout autre point que 10° de l'échelle centigrade, en nommant F' le facteur donné dans la connaissance des temps pour sa hauteur actuelle, F' sera plus petit ou plus grand que l'unité, selon que cette hauteur sera au-dessus ou au-dessous de 10°., pour éviter le double signe ± supposons le dernier cas, en faisant $F'-1 = f$. f. sera le facteur donné par la table XIII pour la même hauteur du thermomètre.

Cela posé reprenons la formule $x = r \cot Z \cot A$; en multipliant les deux membres par F', représentant par X l'équation x corrigée de l'effet de la température et faisant $X - x = c$, nous aurons $F'x = F'r \cot Z \cot A = X$ d'où $F'x - x$, ou $x(F'-1)$, ou $fx = c$ . . . . (1)

Supposons maintenant que le baromètre soit au-dessus de 0m,760, le facteur f' qui dans la table XIII, correspondra à cette hauteur, aura encore le signe +, en représentant par c' la correction relative au poids de l'atmosphère, on trouvera comme ci-dessus $f'(x+c)$ ou $f'x + f'c = c'$ . . . . (2). En ajoutant les équations (1) et (2) on aura $fx + f'x + f'c = c + c'$ ou (‡) simplement $(f+f')x = c + c'$ . . . . . (3). En opérant de la même manière sur le terme $r' \cot Z' \cot A'$ de la valeur de y, représentant par y', l'équation correspondante à la réfraction de la lune, et les corrections de cette équation par c'' et c''', on trouvera $(f+f')y' = c'' + c'''$ . . . . . (4). Ajoutant les équations (3) et (4), faisant $f + f' = F$ et $x + y' = E$ on aura

$$F \times E = c + c' + c'' + c''' = \text{Équation atmosphérique}.$$

Nous appliquerons notre méthode, comme M. Guépratte a appliqué la sienne, à l'exemple donné par Callet à la suite de l'explication de ses tables, et nous prendrons les élémens du calcul que M. Guépratte a trouvés; savoir, dist.ce app.te 104° 41' 44'',3, haut.r app. ☉ 6° 27', haut app.te ☾ 54° 11' 46'',

(‡) Nous négligeons le terme $fc' = ff'x$ est par conséquent toujours très petit: pour en trouver la valeur on cherchera de nouveau table XIV le produit $f(x+y')$, avec ce produit et f' on trouvera ensuite dans la même table $ff'(x+y')$; dans l'exemple que nous donnons il est égal à 0'',3.

On pourra aussi en même temps avoir égard à l'influence de l'état actuel de l'atmosphère sur l'accourcissemens des demi-diamètres; pour cela il suffira de le retrancher du nombre E ou de l'y ajouter, si la distance observée était celle d'une étoile au bord le plus éloigné de la lune; dans l'exemple suivant on n'eût alors trouvé pour l'équation atmosphérique, que 35'',9. Cette correction a été négligée parce qu'elle avait été oubliée dans l'énoncé de la formule.

arc A' corrigé 115° 50 cot . . . . . 9.6890 — équa. atmosphérique . . .

compl. haut.r appar.te ☾ ou Z' 35° 49 cot . . . . . . 0.1417 — 7'.27.3 — 22'.35''.5

parall-réfract. 31' 43'' log . . . . . . 3.2794 — 7'.27''.3

Somme logarithme 1.ère Équation de la lune 3.1061 — Équation totale . . . . 15'.8'',2

Distance apparente . . . . 104° 41' 44'',3

Équation totale soustrac. . . . 15'. 8'',2

Distance vraie . . . . 104° 26' 36'',1

{ Si l'équation atmosph. était nulle elle serait . . . . 14' 35'',1
Si on négligeait encore l'accourc. des ½ diam. . . . . . 14' 15'',9
M. Guépratte a trouvé par la formule de Borda . . . 14' 16'',3
et par sa formule . . . . 14' 15'',0 }

Voyez les nouvelles additions aux problèmes d'astron. nautique et de navigation Page 26 que M. Guépratte a joint en 1827, à la prem.re partie de l'ouvrage qu'il avait publié en 1823.

La table XII donne la valeur de $\pi \cot A \cot Z$ ou la seconde équation du soleil qui, comme on le voit, est toujours de signe contraire à la première.

Nous négligeons le terme $\sin T$, parce qu'il ne donne jamais plus de 1''; cependant quand on aura besoin d'une plus grande précision, on trouvera par la table IX la valeur de $\sin T$ en même et de la manière que la seconde et la troisième équations de la lune.

L'arc A' représente, non $90° \mp LK$, mais $90° \mp LK'$, et ces deux arcs ne pourront être pris l'un pour l'autre que quand la hauteur apparente du second astre sera au moins de 30°, et qu'en même temps celle de la lune ne sera pas au-dessous de 50°; autrement on devra chercher l'arc A', en calculant de nouveau l'arc N avec la hauteur vraie du second astre et la distance apparente corrigée de l'équation x. Pour épargner ce nouveau calcul en conservant à la formule toute son exactitude, ou au moins toute l'exactitude désirable, nous avons calculé la table VI qui donne la différence entre $90° \mp LK$ et $90° \mp LK'$, différence qui doit être retranchée du premier pour avoir le second (‡): c'est pourquoi nous l'avons nommée arc soustractif.

Pour calculer la valeur du terme $\sin T'$ nous avons la formule $\sin T' = \cot d \cos y - \cot d \cos P$. remplaçant $\cos y$ et $\cos P$ par leur valeurs $1 - 2\sin^2 \frac{1}{2} y$ et $1 - 2\sin^2 \frac{1}{2} P$ il viendra

$$\sin T' = 2 \cot \tfrac{1}{2} d \sin^2 \tfrac{1}{2} P - 2 \cot d \sin^2 \tfrac{1}{2} y;$$

Mais T', $\frac{1}{2}P$ et $\frac{1}{2}y$, étant toujours de très petits arcs, sont sensiblement proportionnels à leurs sinus, ainsi, on pourra faire $\sin T' = T' \sin 1''$, $\sin \frac{1}{2} P = \frac{1}{2} P \sin 1''$, $\sin \frac{1}{2} y = \frac{1}{2} y \sin 1''$; d'où il résulte

$$T' = \tfrac{1}{2} P^2 \cot d \sin 1'' - \tfrac{1}{2} y^2 \cot d \sin 1''.$$

Dans la table IX, calculée par cette dernière formule, l'équation T est composée de signes contraires, que nous nommons seconde et troisième équation de la lune: quand la distance est plus petite que 90°, le premier terme est positif et le second négatif, c'est le contraire quand la distance apparente est plus grande que 90°. Dans ce dernier cas, pour éviter le changement de signes on a retranché chacune de ces deux équations de 20 secondes ce qui change seulement l'ordre des termes de cette différence sans altérer sa valeur, ensorte que la seconde équation de la lune, donnée par la table IX est toujours additive et la 3.^{me} soustractive.

Cette table que nous avons copiée, en comparant celles qui se trouvent dans différentes collections, n'a été calculée, pour les distances de degré en degré que jusqu'à 60°, et au-delà que de 5 en 5 degrés, et pour les minutes seulement de P et de y; les équations qu'on y prendra ne sont aussi données qu'à la seconde. Quand on aura besoin d'une plus grande précision, on la calculera soi-même, ce qui ne sera pas long; car on a déjà les logarithmes de P et de y, et dans les [illegible] logarithme constant

6

(‡) Car la hauteur vraie étant égale à la hauteur apparente moins la réfraction, l'arc M se trouve ainsi diminué de la moitié de la réfraction, or les arcs M et N sont de même espèce et la cotangente de ce dernier arc est fonction de la cotangente du premier, celle-ci correspondant alors à un arc plus petit, il doit en être de même de la cotangente de l'arc N.

donc en nommant I [illegible]

retranche 9 unités du logarithme sinus de I; ainsi l'argument de XVI = log cot A + log cot Z − 9, et cette table qui est suffisamment étendue pour épargner la recherche des parties proportionnelles a été calculée par la formule accourcissement = $dr \sin^2 I$, déduite de la formule que M. Biot a donnée Note I. Liv. III tome II page 154 de son traité d'astronomie physique, dr étant le changement de la réfraction pour une différence de 10' dans la hauteur; la table XVII donne le produit du dixième de cette première partie multiplié par l'excès du demi-diamètre en hauteur sur 10'; ses arguments sont ce même demi-diamètre et la première partie de l'accourcissement.

De l'équation Atmosphérique

De même que les tables X et XI ont donné l'équation correspondante à la réfraction du second Astre, elles donneront celle qui correspond à la réfraction de la lune car la formule $y = -P \cot Z' \cot A'$ revient à $y = -(P' - r') \cot Z' \cot A'$ ou $y = -P \cot Z' \cot A' + r' \cot Z' \cot A'$, P représentant la parallaxe de hauteur de la lune et r' sa réfraction. Mais ces tables ont été calculées sur celle des réfractions qui se trouvent page 160 de la connaissance des temps, qui supposent la hauteur du baromètre de 0^m,760 et celle du thermomètre de 10°. de l'échelle centigrade, un état différent de l'atmosphère peut donner une différence sensible dans la somme algébrique de ces deux équations; on trouvera cette différence, que nous appelons équation atmosphérique, au moyen des tables XIII et XIV, comme nous l'avons dit dans l'énoncé de la formule.

En effet, supposons, pour un instant, que le baromètre étant à sa hauteur moyenne 0^m.760, le thermomètre, au moment de l'observation soit à tout autre point que 10° de l'échelle centigrade, en nommant F' le facteur donné dans la connaissance des temps pour sa hauteur actuelle, F' sera plus petit ou plus grand que l'unité, selon que cette hauteur sera au-dessus ou au-dessous de 10°, pour éviter le double signe ± supposons le dernier cas, en faisant $F' - 1 = f$. f. sera le facteur donné par la table XIII pour la même hauteur du thermomètre.

Cela posé reprenons la formule $x = r \cot Z \cot A$; en multipliant les deux membres par F', représentant par X l'équation x corrigée de l'effet de la température et faisant $X - x = c$, nous aurons $F'x = F'r \cot Z \cot A = X$ d'où $F'x - x$, ou $x(F' - 1)$, ou $fx = c$ . . . . (1)

Supposons maintenant que le baromètre soit au-dessus de 0^m,760, le facteur f' qui dans la table XIII, correspondra à cette hauteur, aura encore le signe +, en représentant par c' la correction relative au poids de l'atmosphère, on trouvera comme ci-dessus $f'(x + c)$ ou $f'x + f'c = c'$ . . . . . . (2). En ajoutant les équations (1) et (2) on aura $fx + f'x + f'c = c + c'$ ou (‡) simplement $(f + f')x = c + c'$ . . . . . (3). En opérant de la même manière sur le terme $r' \cot Z' \cot A'$ de la valeur de y, représentant par y', l'équation correspondante à la réfraction de la lune, et les corrections de cette équation par c'' et c''', on trouvera $(f + f')y' = c'' + c'''$ . . . . (4).

Ajoutant les équations (3) et (4), faisant $f + f' = F$ et $x + y' = E$ on aura

$$F \times E = c + c' + c'' + c''' = \text{Équation atmosphérique}.$$

Nous appliquerons notre méthode, comme M. Guépratte a appliqué la sienne, à l'exemple donné par Callet à la suite de l'explication de ses tables, et nous prendrons les élémens du calcul que M. Guépratte a trouvés; savoir, dist.^{ce} app.^{te} 104° 41' 44'',3, haut.^{r} app. ☉ 6° 27', haut. app.^{te} ☾ 54° 11' 46'', parall-réf. ☾ 31' 43''. et, pour faire entrer dans le calcul toutes les considérations possibles, l'observation ayant été faite le 10 février par 10° 20' de latitude Nord, nous supposerons qu'au moment de l'observation la hauteur du Baromètre était 0^m.753 et celle du thermomètre centigrade +30°.

h.^{r} app. ☉	6° 27'			
h.^{r} app. ☾	54. 11	compl. ou Z' . .	35. 49	
somme	60° 38'	½ somme	30. 19	cot. 0.2330
		Seconde somme arc M	66°. 8'	cot. 9.6459
		½ dist.^{ce} apparente	54. 21	cot. 9.4557
		arc N	61 31	cot. N 9.7346
		diff.^{ce} ou N − ½ d ou A	7° 10'	
		N + ½ d arc A' approché	115°. 52'	
		arc soustractif	0. 2'	
		arc A' corrigé	115°. 50	cot. 9.6490
		compl. haut.^{r} appar.^{te} ☾ ou Z'	35°. 49	cot. 0.1417
		parall-réfract.	31' 43''	log 3.2794
		somme logarithme 1.^{re} Équation de la lune		3.1061

	+	−
1.^{re} Équa. de la ☾	. . . . .	21'. 16'',7
2.^{e} Équa. ☾	0' 17''.0	. . . . .
3.^{e} Équa. ☾	. . . . .	0'. 19''. 0
1.^{re} Équa. ☉	7'. 10.3	. . . . .
2.^{e} Équa. ☉	. . . . .	0'. 7'',5
Acc. ½ diam ☾	. . . . .	0'. 0'',1
Acc ½ diam ☉ 1.^{re} partie	. . . . .	0'. 9'',2
2.^{e} partie	. . . . .	0'. 5'',9
Équa. atmosphérique	. . . . .	0' 37''.1
	7'. 27.3	22'. 35'',5
		7' 27'',3
Équation totale		15'. 8'',2

Distance apparente . . . . 104° 41' 44''. 3
Équation totale soustrac. . . . 15'. 8''. 2
Distance vraie . . . . 104° 26' 36'',1

Si l'équation atmosph. était nulle elle serait . . . . 14' 31'',1
Si on négligeait encore l'accourc. des ½ diam. . . . . 14' 15'',9
M. Guépratte a trouvé par la formule de Borda . . . 14' 16'',3
et par sa formule . . . . . . 14' 15'',0

voyez les nouvelles additions aux problèmes d'astron. nautique et de navigation Page 26 que M. Guépratte a jointes en 1827, à la prem.^{re} partie de l'ouvrage qu'il avait publié en 1823.

Note :

M. De Rossel dans la section supplémentaire du traité de navigation de Bézout, et M. Guepratte, problèmes d'astronomie nautique, ont donné une méthode différencielle due à M. De Mendoza y Rios, pour réduire la distance apparente de la lune aux astres en distance vraie ; M. Ducom, dans son cours d'observations nautiques, a aussi donné sous le titre de methode abrégée de Lyons, une méthode en effet très courte, mais peu certaine, pour arriver au même but ; enfin j'ai trouvé dans un livre anglais : the pratical Navigator by Hamilton Moore, deux formules, une dont il ne nomme pas l'auteur, l'autre qu'il dit être principalement déduite de celle inventée par M. Witchell. Comme aucun de ces auteurs n'a donné de démonstration, nous avons cherché la route qu'ont pu suivre les inventeurs : voici les résultats que nous avons obtenus.

Nous exposerons d'abord la formule de Witchell telle que l'a donnée Hamilton Moore.

Pour trouver la distance vraie observez cette règle general.

To find the true distance, observe this general Rule.

1°. Ajoutez la hauteur apparente du soleil ou de l'étoile à celle de la lune et prenez la moitié de leur somme, retranchez aussi la plus petite de ces deux hauteurs de la plus grande, et prenez la moitié de leur différence, ensuite ajoutez
le log. cot. de la demi-somme,
le log. tang. de la demi-difference, et
le log. cot de la demi-distance apparente,
leur somme, en suprimant deux dixaines à la caractéristique, sera le log. tang. d'un angle que vous appelerez A.

first. Add the ☉ or ✱ and ☽'s apparent altitudes together, and take half the sum ; and subtract the less from the greater, and take half the difference ; then add together
the cotang. of half the sum,
the tang. of half the difference, and
the cotang of half the apparent distance,
Their sum, rejecting 20 in the index, will be the log. tang of an angle, which call A.

2°. Quand la hauteur du soleil ou de l'étoile est plus grande que celle de la lune, prenez la différence entre l'angle A et la moitié de la distance apparente, et faites leur somme dans le cas contraire ; ensuite ajoutez
le log. cot. de la somme ou de la différence,
le log. cot de la h.r app. du soleil ou de l'étoile, et
le log. proportionnel de la corr. de cette haut.r
Leur somme, en suprimant deux dixaines à la caractéristique, sera le log. prop. de la 1.re correction.

Secondly. When the ☉ or ✱'s altitude is greater than the ☽'s, take the difference between the angle A and half the apparent distance, but if less take their sum. Then add together
The cot. of this sum or difference,
The cot. of ☉ or ✱'s apparent altitude, and
The propor. log. of the correction of the ☉ or ✱'s altitude ;
Their sum, rejecting 20 in the index, will be the proportional log. of the first correction.

3°. Si dans l'article précédent vous avez fait la somme de l'angle A et de la moitié de la distance apparente, prenez maintenant leur différence ; mais si vous avez pris leur diff.ce faites maintenant leur somme. ensuite ajoutez
le log. cot. de la somme ou de la diff.ce,
le log. cot. de la haut.r app. de la lune, et
le log. proportionnel de la correction de la hauteur apparente de la lune.
leur somme, en suprimant deux dixaines à la caractéristique, sera le logarith. proportionnel de la seconde correction.

Thirdly if the sum of angle A and half the apparent distance was taken in the last article, take now their difference ; but if their difference, take now their sum. Then add together
The cot. of their sum or difference,
The cot. of ☽'s apparent altitude, and
The propor. log. of the correction of the ☽'s apparent altitude.
Their sum, rejecting 20 in the index, will be the proportional log. of the second correction.

4°. quand l'angle A est plus petit que la moitié de la distance app.te la 1.re correction doit être ajoutée à la distance app.te et la seconde doit en être retranchée ; mais quand l'angle A est le plus grand, leur somme doit être ajoutée à la distance apparente, quand la hauteur du soleil ou de l'étoile est plus petite que celle de la lune ; mais quand la hauteur de la lune est la plus petite, leur somme doit être retranchée pour avoir la distance corrigée.

fourthly. When the angle A is less than half the apparent distance, the first correction must be added to, and the second subtracted from the apparent distance ; but when the angle A is greatest, their sum must be added to the apparent distance, when the ☉ or ✱'s altitude is less than the ☽'s ; but when the ☽'s altitude is least, their sum must be subtracted to give the corrected distance.

5°. Dans la table X (c'est notre table IX) cherchez la distance corrigée dans la colonne supérieure et la correction de la hauteur de la lune, dans la colonne laterale à gauche, prenez le nombre des secondes qui est sous la 1.ere et vis-a-vis la dernière. cherchez de nouveau dans la même table, la dist.ce corrigée dans la colonne supérieure et la second correction dans la colonne laterale à gauche, prenez le nombre des secondes qui est sous la 1.re et vis-à-vis la dern.re la diff.ce entre ces deux nombres sera la 3.me correction qui doit être ajoutée à la distance corrigée si elle est plus petite que 90°, et en être retranchée dans le cas contraire ; la somme ou la diff.ce sera la distance vraie.

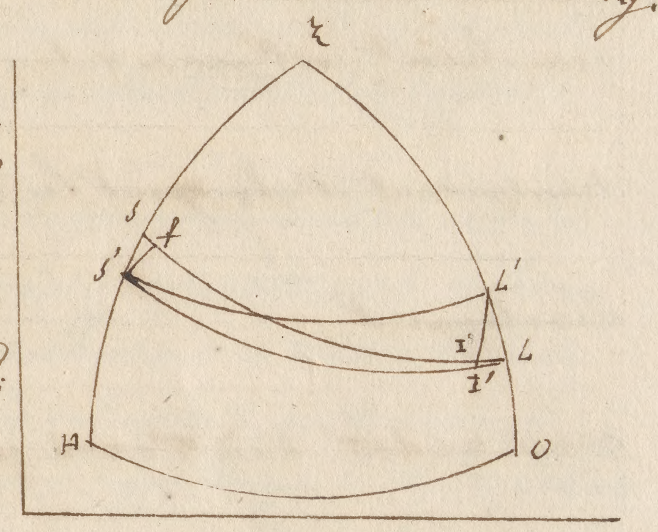
fifthly. in table X. look for the corrected dist. in the top column and the correction of ☽'s alt. in the left-hand side column ; take out the number of seconds that stand under the former and opposite to latter ; Look again in the same table for the corrected distance in top column, and the second correction in the left-hand side column ; take out the number of seconds that stand under the former and opposite the latter, the difference between these two numbers will be the third correction, which must be added to the corrected distance, if less than 90°, but subtracted from it, if more than 90° ; the sum, or difference, will be the true distance.

On l'on voit que la méthode de Witchell n'est, à très peu de chose près, qu'une traduction de la première partie de notre démonstration, et combien la trasformation que nous lui avons fait subir, et les tables que nous avons calculées en simplifient l'application.

Revenons maintenant aux équations

$$x = r\cos S, \qquad y = -\rho\cos L + \sin\pi.$$

Il est évident qu'autant il y aura de moyens d'exprimer les valeurs de cos S et de cos L, ou de transformer ces valeurs, autant on aura de formules pour déterminer x et y.



1°. Bézout, pour arriver à ces expressions fondamentales, après avoir mené les arcs de distances SL et S'L', a dû aussi construire l'arc S'L, puis ayant abaissé par les points S' et L' des arcs S'f, L'I et L'I' perpendiculaires sur SL et S'L, il aura jugé que vu la petitesse de l'angle ILI', les arcs LI et LI', ainsi que L'I et L'I', se confondaient sensiblement ; en conséquence suprimant l'arc S'L, et considérant les petits triangles rectangles S'Sf et L'LI comme rectiligues il a eu les deux proportions

$$1 : \cos S :: SS' \text{ ou } r : Sf \text{ ou } x, \qquad \text{et} \qquad 1 : \cos L :: LL' \text{ ou } \rho : LI \text{ ou } y$$

d'où

$$x = r\cos S \qquad\qquad y = -\rho\cos L.$$

Il détermine ensuite les angles ZSL et ZLS par les formules suivantes, qui sont les plus généralement connues des marins

$$\sin\tfrac{1}{2}S = \sqrt{\frac{\sin\left(\frac{SL+ZS+ZL}{2} - ZS\right)\sin\left(\frac{SL+ZS+ZL}{2} - SL\right)}{\sin ZS \,\sin SL}}$$

$$\sin\tfrac{1}{2}L = \sqrt{\frac{\sin\left(\frac{SL+ZS+ZL}{2} - ZL\right)\sin\left(\frac{SL+ZS+ZL}{2} - SL\right)}{\sin ZL \,\sin SL}}$$

Si Bézout avait déterminé les angles ZSL et ZSL par le principe qu'il donne pour ce cas dans sa trigonométrie sphérique (359) et substitué les hauteurs apparentes a et a' aux distances au zénith ZS et ZL, en désignant par K le pied de l'arc perpend.re abaissé du zénith sur SL, il eût trouvé, avec Witchell

$$x = r\,\text{tang}\,a\,\text{tang}\,SK \qquad \text{et} \qquad y = -\rho\,\text{tang}\,a\,\text{tang}\,LK.$$

Pour completer ces formules, il suffisait de remarquer que $\mathcal{S}I$ n'est point la distance vraie, mais bien $S'L'$; donc en supposant $\mathcal{S}I = S'I'$, ce qui est sensiblement vrai, puisque dans les circonstances les plus défavorables, la différence de ces deux arcs ou la valeur de $\sin\tau$ ne peut surpasser 1", il restait à trouver la différence entre $S'I'$ et $S'L'$ ou la valeur de $\sin\tau'$. Cette remarque n'aura surement point échappé à ce savant, qui saisissait avec tant de sagacité les rapports les moins sensibles et les développait avec tant de clarté. Mais dans le temps où il donna son traité de navigation, l'erreur des tables, et l'imperfection de l'octant étant telles qu'on ne devait compter sur la longitude observée à moins de deux degrés et quelques minutes près, il aura pensé qu'en négligeant l'équation $\sin\tau'$ le plus souvent très petite, les résultats qu'on pouvait alors obtenir n'en seraient pas sensiblement altérés; de plus, que le calcul déjà très long à une époque où les connaissance des temps ne donnait point les distances de la lune aux astres, serait encore augmenté par celui de la valeur de τ'; ce qui pourrait rebuter un grand nombre de marins généralement alors peu habitués au calcul. Aujourd'hui encore pour ces hommes, dont la vie est toute de mouvement, la nécessité, dans la méthode de Borda, de prendre sur les différences des logarithmes sinus et cosinus les parties proportionnelles pour les secondes des arcs, exigeant, en se servant des tables de Callet, qu'on fasse huit petites multiplications deux divisions et autant de soustractions, sans compter celles qui donnent les compléments arithmétiques, et l'erreur que la moindre méprise produit dans le résultat demandant une grande attention de la part du calculateur, tandis que tout ce qui l'entoure fait naître des distractions, qui l'obligent souvent à recommencer plus d'une fois ces opérations fastidieuses sans être jamais bien sûr de ne s'être pas trompé, font que bien peu osent aborder ces difficultés, qui sont cependant bientôt vaincues par la pratique. Les aplanir, et, si je puis m'exprimer ainsi, rendre populaire l'observation des distances a été le but constant de tous ceux qui se sont occupés des méthodes différentielles.

Voyons comment, en se renfermant dans l'analyse finie, on peut trouver l'expression de la différence entre $S'I'$ et $S'L'$ ou la valeur de τ'. Représentons $S'I'$ par d, LI' par ρ', LL' par ρ et $S'L'$ par D. le triangle sphérique rectangle $S'I'L'$ donnera

$$\cos D = \cos d \cos \rho'$$

remplaçant $\cos\rho'$ par sa valeur $1 - 2\sin^2\frac{1}{2}\rho'$

$$\cos D = \cos d - 2\cos d \sin^2\tfrac{1}{2}\rho',$$

transposant et changeant les signes

$$\cos d - \cos D = 2\cos d \sin^2\tfrac{1}{2}\rho',$$

développant

$$\sin\tfrac{1}{2}(D+d)\, 2\sin\tfrac{1}{2}(D-d) = 2\cos d \sin^2\tfrac{1}{2}\rho';$$

Mais $D = d + \tau'$, d'où $\tau' = D - d$, par conséquent

$$\sin(d + \tfrac{1}{2}\tau')\, 2\sin\tfrac{1}{2}\tau' = 2\cos d \sin^2\tfrac{1}{2}\rho'$$

développant le facteur $\sin(d+\frac{1}{2}\tau')$, et effectuant la multiplication par $2\sin\frac{1}{2}\tau'$,

$$2\sin d \cos\tfrac{1}{2}\tau' \sin\tfrac{1}{2}\tau' + 2\cos d \sin^2\tfrac{1}{2}\tau' = 2\cos d \sin^2\tfrac{1}{2}\rho'$$

ou parce que $2\cos\frac{1}{2}\tau'\sin\frac{1}{2}\tau' = \sin\tau'$

$$\sin d \sin\tau' + 2\cos d \sin^2\tfrac{1}{2}\tau' = 2\cos d \sin^2\tfrac{1}{2}\rho'$$

divisant par $\sin d$, remplaçant $\frac{\cos d}{\sin d}$ par sa valeur $\cot d$ et transposant

$$\sin\tau' = 2\cot d \sin^2\tfrac{1}{2}\rho' - 2\cot d \sin^2\tfrac{1}{2}\tau'.$$

Pour une distance $d = 20°$, la plus petite que l'on puisse observer, et $\rho' = 56'$ on trouvera $2\cot d \sin^2\frac{1}{2}\rho' < 76''$ et $2\cot d \sin^2\frac{1}{2}\tau' < 0'',04$, on peut donc suprimer ce dernier terme alors il restera

$$\sin\tau' = 2\cot d \sin^2\tfrac{1}{2}\rho',$$

qu'on peut écrire ainsi

$$\tau' = \tfrac{1}{2}\rho'^2 \cot d \sin 1''$$

Or dans le triangle rectangle $LI'L'$ considéré comme rectiligne on a $\overline{LI'}^2 = \overline{LL'}^2 - \overline{L'I'}^2$ ou $\rho'^2 = \rho^2 - y^2$; donc

$$\tau' = \tfrac{1}{2}\rho^2 \cot d \sin 1'' - \tfrac{1}{2}y^2 \cot d \sin 1''.$$

Cette valeur de τ' n'est pas précisément la valeur exacte $\tau' = \frac{1}{2}\rho^2 \cot S'L' \sin 1'' - \frac{1}{2}y^2 \cot S'L' \sin 1''$, que nous avons trouvée par notre démonstration; la différence provient de ce que les suppositions que

nous avons faites, quoique ne donnant séparément que des erreurs presque insensibles, ne sont cependant pas rigoureusement exactes; mais la différence entre $S'L'$ et $S'I'$ ou LI', ne peut être au-dessus de 56 minutes, et dans le cas les deux astres sont dans le même vertical où l'on a $y = \rho$ ce qui donne $\tau' = 0$, et dans le cas où $LI' = 0$, on a $S'L' = S'I'$, ce qui permet encore de dire, que sans erreur sensible on peut substituer $S'L'$ à $S'I'$, et par des compensations, qui ont presque toujours lieu dans ces suppositions on arrivera enfin à la valeur exacte de τ'.

C'est par les considérations précédentes, ou des considérations analogues que Witchell a dû trouver la valeur de τ', puisque Hamilton Moore prescrit de prendre dans la colonne de la distance corrigée (for the corrected distance in the top column) les deux termes de l'équation τ' ou la seconde et la troisième équations de la lune.

Formules de M. de Mendoza.

Dans les expressions $x = r\cos s$ et $y = -\rho\cos l + \sin\tau'$, on remplace $\cos s$ et $\cos l$ par leur valeur $1 - 2\sin^2\frac{1}{2}s$ et $1 - 2\sin^2\frac{1}{2}l$ d'où il résulte $x = r - 2r\sin^2\frac{1}{2}s$ et $y = 2\rho\sin^2\frac{1}{2}l - \rho + \sin\tau'$. On démontre ensuite comme Borda dans la formule de l'angle horaire que

$$\sin^2\tfrac{1}{2}s = \frac{\cos\frac{1}{2}\left(\frac{d+a+a'}{2}\right)\sin\frac{1}{2}\left(\frac{d+a+a'}{2} - a'\right)}{\cos a \sin d}\ ;\quad \sin^2\tfrac{1}{2}l = \frac{\cos\frac{1}{2}\left(\frac{d'+S'H+a'}{2}\right)\sin\left(\frac{d'+S'H+a'}{2} - S'H\right.}{\cos a' \sin d'}$$

Remplaçant, dans les expressions de x et y, $\sin^2\frac{1}{2}s$ et $\sin^2\frac{1}{2}l$ par ces valeurs il vient

$$x = r - \frac{2r\cos\left(\frac{d+a+a'}{2}\right)\sin\left(\frac{d+a+a'}{2} - a'\right)}{\cos a \sin d}.$$

$$y = \frac{2\cos\left(\frac{d'+S'H+a}{2}\right)\sin\left(\frac{d'+S'H+a}{2} - S'H\right)}{\cos a' \sin d} - \rho + \sin\tau'.$$

Ces deux formules donneront exactement la distance vraie, et l'on n'aura, en faisant abstraction de la valeur de $\sin\tau'$, donnée par la table IX, à chercher que douze logarithmes, car le logarithme de r est censé connu et constant; mais pour chacune des équations x et y il faudrait faire une somme, une demi-somme et un reste, et, avant de passer au calcul de la seconde, corriger la distance apparente de l'équation du second astre, ce qui peut paraître long; pour abréger en sacrifiant un peu de l'exactitude, M. De Mendoza suppose $d' = d$, $S'H = SH$ et l'angle $ZLS' = ZLS$. Ces suppositions qui, dans un très grand nombre de cas, n'ont qu'une petite influence sur la valeur de y, peuvent donner une erreur de 15" et même de 20, quand la distance apparente étant petite, les hauteurs apparentes sont également petites et diffèrent peu entre elles.

Les avantages de cette méthode sont 1°. de donner les expressions des valeurs de $\sin^2\frac{1}{2}s$ et $\sin^2\frac{1}{2}l$ qui pourraient être prises pour l'argument d'une table qui donnerait l'accourcissement des demi-diamètres inclinés à l'horizon. 2°. de n'exiger aucune table auxilliaire, si ce n'est celle dont nous venons de parler, et celle qui donne les deux termes de la valeur de τ', dont le calcul, comme on le verra ci-dessous, exige la recherche de cinq nouveaux logarithmes. 3°. D'être débarrassée de toute distinctions de cas: il faut toujours à la distance apparente ajouter le premier terme de l'équation de la lune plus la correction de la hauteur du second astre, et de leur somme retrancher le second terme de l'équation du second astre et la correction de la hauteur de la lune, ce qui cependant demande encore un peu de mémoire pour être retenu, et par conséquent expose à des méprises; c'est là son premier désavantage; en outre il y entre des logarithmes sinus et des logarithmes cosinus, qu'il ne faudrait pas non plus prendre l'un pour l'autre, et les compléments arithmétiques qu'on y emploie, ne s'obtiennent que par trois soustractions au moins, qui quelque simples qu'elles soient n'en sont pas moins autant d'opérations de plus pour beaucoup de marins.

Il reste à démontrer la règle que donne M. De Rossel pour calculer la valeur de τ'; pour cela en représentant par $\mathcal{E}$ le 1er terme de l'équation de la lune, on aura $y = \mathcal{E} - \rho$; mais on a vu dans la démonstration de notre formule que $\sin\tau' = \cot d'(\cos y - \cos\rho)$, donc $\sin\tau' = \cot d'\{\cos(\mathcal{E}-\rho) - \cos\rho\}$ d'où en développant le second membre $\sin\tau' = 2\cot d' \sin\frac{1}{2}\mathcal{E}\sin(\rho - \frac{1}{2}\mathcal{E})$, qui peut s'écrire ainsi

$$\tau' = \mathcal{E}(\rho - \tfrac{1}{2}\mathcal{E})\cot d' \sin 1''.$$

Voyez le tableau du calcul, section supplémentaire du traité de navigation de Bézout, par M. De Rossel page 316.

Autres formules extraites du Pratical Navigator.

Dans les expressions $x = r\cos S$ et $y = -P\cos h + \sin T'$, on remplace $\cos S$ et $\cos h$ par leurs valeurs

$$\cos S = \frac{\sin d' - \sin D\cos d}{\cos D \sin d} \qquad \text{et} \qquad \cos h = \frac{\sin SH - \sin D'\cos d'}{\cos D' \sin d'}.$$

Ce qui donne

$$x = \frac{r \sin d'}{\cos D \sin d} \mp r \tan D \cot d \qquad \text{et} \qquad y = -\frac{P \sin SH}{\cos D' \sin d'} \pm P \tan D' \cot d',$$

car $\frac{\sin D \cos d}{\cos D \sin d} = \tan D \cot d$. Le signe supérieur quand la distance apparente est plus petite que 90° et le signe inférieur quand elle est plus grande.

Hamilton Moore ne fait entrer que d' dans la valeur de y, et suppose $SH = D$, ce qui quand la hauteur est petite peut altérer sensiblement le résultat, sans diminuer beaucoup la longueur du calcul, d'où on pourrait conclure que celui qui le premier a employé ces deux formules n'a considéré que les petits triangles rectangles SfS' et hIh'; cet auteur prescrit aussi, comme dans la méthode de Witchell de prendre les deux termes de l'équation T' dans la colonne de la distance corrigée.

Ces formules, comme toutes celles qui ne donnent pas immédiatement les angles h et S, ou les expressions des sinus de ces angles ou de leurs moitiés, ne donnent pas non plus de moyen immédiat d'avoir l'accourcissement des demi-diamètres qui aboutissent au point de contact; désavantage que rien ne peut compenser quel ~~que~~ que soit d'ailleurs leur degré d'exactitude.

M. Guépratte a donné une table dans laquelle on prend $m' = \frac{r}{\cos D}$, puis faisant $m = \frac{P - r}{\cos D'} = P - \frac{r'}{\cos D'}$ et remettant $\sin m$ et $\sin m'$ à la place de ces petits arcs en réunissant les deux formules précédentes il obtient

$$y + x = -\frac{\sin m \sin d}{\sin d} \pm \sin m \sin D' \cot d \mp \sin m' \sin D \cot d + \frac{\sin m' \sin d'}{\sin d}.$$

Il fait $T' = 0$, suppose $d' = d$ et $SH = D$; dans l'exemple où il l'applique l'erreur ne paraît pas, parce que les hauteurs apparentes des deux astres et leur distance apparente y passent les limites au-delà desquelles l'équation T' devient nulle, et l'angle ZhS ne diffère plus sensiblement de ZhS. Aussi, ne recommande-t-il point cette formule, et paraît ne l'avoir donnée que pour faire une application de sa table CIII

Formule donnée par M. Ducom sous le titre de Méthode abrégée de Lyons.

On prend d'abord (table XI de M. Ducom) la somme algébrique $x \pm x'$ des équations pour la réfraction de chacun des deux astres, ensuite représentant par d'' la distance apparente corrigée de cette somme, on calcule l'équation correspondante à la parallaxe de hauteur de la lune par la formule suivante, démontrée par ce qui précède

$$y = -\frac{P \sin D}{\sin d''} \pm P \sin D' \cot d''$$

On remplace d par d'', mais on conserve D et D', tandis qu'il faudrait aussi les remplacer par les hauteurs apparentes corrigées de la réfraction, sur-tout quand celles-ci diffèrent sensiblement des premières. Cette observation a été faite par M. Ducom, mais ne l'a point été par MM. Matenas et Ozé qui en 1828 ont publié une édition de la table qui donne $x \pm x'$

Un des premiers savans de Paris, dont l'opinion a été communiquée à M. Ducom par un capitaine de la place de Bordeaux, a dit: « que cette méthode lui a paru assez „curieuse pour en chercher les fondemens, mais qu'elle paraît trop incertaine pour „l'employer, si ce n'est comme méthode d'approximation„ (cours d'astron. nautique page 74) c'est ce que nous allons mettre en évidence.

1°. Dans tous les cas on suppose $T' = 0$, d'où, quand la distance apparente est au-dessous de 45°, peut résulter une erreur de 30 à 60 secondes sur la distance vraie, ou une erreur de 15 à 30 minutes sur la longitude.

2° On n'a point égard à la parallaxe du soleil, d'où peut encore résulter une erreur de 8 à 9 secondes sur la distance vraie ou une de 4 à 5 minutes sur la longitude.

3°. Pour que l'erreur des tables ne puisse pas surpasser la moitié de la différence de deux corrections consécutives correspondantes à une même distance apparente, chaque correction a dû être nécessairement calculée pour les deux hauteurs qui tiennent le milieu dans

chacun des deux couples données dans les premières colonnes verticales à gauche, or en beaucoup d'endroits la différence de deux corrections surpasse une minute, la table peut donc donner par là une erreur de plus de 30″ sur la distance vraie ou de 15′ sur la longitude.

4°. De plus, soient la petite hauteur 6° 59′, la grande 33° 1′ et la distance apparente 40°. on prendra dans la bande petite hauteur 5 à 7°, sous distance apparente 40° vis-à-vis grande hauteur 33 à 45° et l'on trouvera $\qquad x \pm x' = 6' 0''$

Mais si l'on avait petite hauteur 7° 1′ grande hauteur 32° 59 et la distance apparente toujours de 40°. On prendrait dans la bande petite hauteur 7 à 10°, sous la distance 40°, sur la ligne grande hauteur 26 à 33°, et l'on trouverait $\qquad x \pm x' = 3' 10''$

Ainsi deux minutes de différence en sens contraires sur chacune des deux hauteurs donnerait une différence de 2′ 50″ sur la distance vraie ou de 1° 25′ sur la longitude.

5°. Supposons encore la petite hauteur de 7° la distance apparente de 40°, mais que la grande hauteur soit de 47°. Les deux astres seront dans le même vertical du même côté du méridien, et alors on sait que $x \pm x'$ est égale à la différence de leurs réfractions, qui, dans le cas que nous considérons est de 6′ 31″; or, pour ce cas, la table donne $x \pm x' = 4' 5''$ donc l'erreur serait de 2′ 26″ sur la distance vraie et de 1° 13′ sur la longitude.

Nous nous arrêterons ici, ce qui précède est plus que suffisant pour montrer combien cette méthode est incertaine; cependant dans un grand nombre de cas une partie de ces erreurs se compensent et les résultats qu'elles fournit diffèrent peu des véritables résultats et cela arrive généralement quand la distance et les hauteurs apparentes sont grandes; c'est ce qui l'a fait adopter par beaucoup d'officiers du commerce, auxquels leurs occupations laissent peu de temps pour le calcul; mais si dans nos mers, pendant que le soleil parcourt notre hémisphère, avec l'attention de n'observer les distances que quand la plus petite des deux hauteurs est au dessus de 24 degrés, ils obtiennent des longitudes observées, peut-être suffisamment exactes, pour les besoins de la navigation; il n'en est pas de même en hiver où, à cause de la longueur des nuits et les courts intervalles de beau temps, il est le plus utile de bien connaître sa position; puisque pour l'exactitude de l'heure vraie du bord, d'où dépend celle de la longitude observée, on doit, dans cette saison, faire les observations lorsque le soleil n'est élevé au-dessus de l'horizon que de 7 à 8 degrés; ainsi, nous espérons être utile, en leur offrant une méthode dont le calcul est presque aussi simple, beaucoup plus uniforme, et dont les résultats sont toujours certains.

Table VI

Arcs Soustractifs.

hauteur du soleil ou de l'Étoile.	hauteur de la Lune.	Distance Apparente.													
		20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120
6°20' à 6°40'	7°	3°.9'	2°.52'	2°.24	2°.3'	1°.47	1°.34'	1°.25'	1°.8'	0.56	0°.47'	0°.39'	0°.32'	0°.27'	0°.21'
	8	2°.21	2.5	1°.51	1.39	1.38	1.19	1.11	0.58	0.49	0.41	0.34	0.29	0.24	0.19
	9	1.40	1.37	1 32	1.24	1.17	1.11	1.5	0.53	0.46	0.39	0.33	0.28	0.23	0.19
	10	1.10	1.15	1.14	1.11	1.7	1.3	0.59	0.50	0.44	0.37	0.31	0.27	0.22	0.18
	11	0.55	0.59	1.1	1.2	1.2	0.56	0.53	0.47	0.41	0.35	0.30	0.25	0.21	0.17
	12	0.42	0.48	0.50	0.51	0.51	0.49	0.48	0.44	0.38	0.33	0.28	0.24	0.20	0.16
	14	0.27	0.33	0.36	0.38	0.39	0.39	0.39	0.36	0.33	0.29	0.25	0.22	0.18	0.15
	16	0 18	0.23	0.27	0.29	0.31	0.32	0.32	0.31	0.29	0.26	0.23	0.19	0.16	0.13
	18	0 12	0.17	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.27	0.26	0.23	0.21	0.18	0.15	0.12
	20	0.9	0.13	0.16	0.20	0.21	0.22	0.23	0.23	0.22	0.22	0.18	0.16	0.14	0.11
	24	0.3	0.7	0.10	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.9
	30		0.1	0.6	0.7	0.8	0.9	0.11	0.12	0.13	0.12	0.12	0.10	0.7	0.5
	40				0.1	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.3
	50						0.1	0.2	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.2	0.1
	60								0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	
	70										0.1	0.1			
		20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120
6°40' à 7°10'	7°	2°45'	2°.26'	2°.2'	1°.44'	1°.31'	1°.20'	1°.12'	0°.59'	0°.48'	0°.40'	0°.34'	0°.27'	0°.23'	0°.18'
	8	2.23	2.1	1.45	1.31	1.21	1.12	1.4	0.48	0.44	0.37	0.31	0.26	0.21	0.17
	9	1.48	1.39	1.30	1.21	1.13	1.6	0.59	0.49	0.42	0.35	0.30	0.25	0.21	0.17
	10	1.18	1.18	1.14	1.9	1.4	1.0	0.55	0.46	0.40	0.34	0.28	0.24	0.20	0.16
	11	1.0	1.2	1 2	1.0	0.58	0.53	0.50	0.44	0.37	0.32	0.27	0.23	0.19	0.15
	12	0.46	0.50	0.51	0.51	0.50	0.47	0.45	0.41	0.35	0.30	0.26	0.22	0.18	0.14
	14	0.29	0.34	0.37	0.38	0.38	0.38	0.37	0.34	0.31	0.27	0.23	0.20	0.17	0.13
	16	0.19	0.24	0.27	0.29	0.30	0.31	0.31	0.28	0.27	0.24	0.20	0.18	0.15	0.12
	18	0.13	0.18	0.22	0.23	0.25	0.25	0.26	0.26	0.24	0.22	0.18	0.16	0.14	0.11
	20	0.9	0.13	0.16	0.20	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22	0.20	0.16	0.15	0.13	0.10
	24	0.3	0.7	0.11	0.13	0.15	0.15	0.16	0.17	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.8
	30		0.1	0.5	0.7	0.8	0.9	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11	0.9	0.7	0.5
	40				0 1	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.3
	50						0.1	0.2	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.2	0.1
	60								0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	
	70										0.1	0.1			
		20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120
7°10' à 7°50'	7°	2°.29'	2°.0'	1°.40	1°.25'	1°.14'	1°.5'	0°.58'	0°.50'	0°.39'	0°.32'	0°.28'	0°.22	0.18	0.15
	8	2°25	1.57	1.38	1.23	1.13	1.5	0.57	0.48	0.38	0.32	0.27	0.22	0.18	0.15
	9	1°.55'	1.40	1°.28	1.17	1.8	1.0	0.53	0.45	0.37	0.31	0.26	0.22	0.18	0.14
	10	1.25	1.21	1.14	1.6	1.1	0.56	0.51	0.42	0.35	0.30	0.25	0.22	0.17	0.14
	11	1.4	1.4	1.2	0 58	0.54	0.50	0.47	0.40	0.33	0.28	0.24	0.21	0.17	0.13
	12	0.49	0.52	0.51	0.50	0.48	0.45	0.42	0.37	0.32	0.27	0.23	0.20	0.16	0.12
	14	0.30	0.35	0.37	0.38	0.37	0.36	0.34	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18	0.15	0.11
	16	0.20	0.25	0.27	0.29	0.29	0.30	0.30	0.24	0.24	0.22	0.19	0.17	0.14	0.10
	18	0.14	0.19	0.21	0.22	0.24	0.24	0.25	0.24	0.22	0.20	0.18	0.15	0.12	0.10
	20	0.9	0.13	0.16	0.19	0.20	0.21	0.21	0.21	0.19	0.18	0.16	0.14	0.11	0 9
	24	0.3	0.8	0.11	0.12	0.14	0.15	0.15	0.16	0.15	0.14	0.13	0.11	0.10	0.7
	30		0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	0.10	0.11	0.11	0.10	0.9	0.8	0.7	0.5
	40				0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.2
	50						0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	
	60								0.1	0.1	0.2	0.2	0.1		
	70									0.1	0.1	0.1			

Table VI

arcs soustractifs.

hauteur apparente du soleil ou de l'Etoile	hauteur appte de la Lune	Distance apparente. 20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
7° 50' à 8° 30	7°	1°.53'	1°.35'	1°.21'	1°.9'	1°.1'	0°.54'	0°.49'	0°.41'	0°.33'	0°.28'	0°.25'	0°.20	0°.16'	0.13
	8	2.4	1.41	1.24	1.12	1.3	0.56	0.49	0.41	0.33	0.28	0.24	0.20	0.16'	0.13
	9	1.52	1.38	1.21	1.9	1.1	0.53	0.47	0.39	0.32	0.27	0.23	0.19	0.16	0.12
	10	1.31	1.21	1.11	1.2	0.56	0.51	0.46	0.38	0.31	0.26	0.22	0.18	0.15	0.12
	11	1.10	1.6	1.1	0.56	0.51	0.47	0.43	0.36	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.12
	12	0.54	0.54	0.52	0.49	0.46	0.42	0.39	0.34	0.29	0.24	0.20	0.17	0.14	0.11
	14	0.34	0.37	0.38	0.37	0.36	0.35	0.32	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.13	0.10
	16	0.22	0.26	0.28	0.29	0.29	0.29	0.28	0.24	0.23	0.20	0.17	0.15	0.12	0.9
	18	0.15	0.19	0.21	0.23	0.24	0.23	0.23	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.11	0.9
	20	0.10	0.14	0.17	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.18	0.17	0.15	0.13	0.10	0.8
	24	0.4	0.8	0.11	0.12	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12	0.10	0.9	0.7
	30		0.2	0.6	0.7	0.8	0.9	0.10	0.11	0.11	0.10	0.9	0.8	0.7	0.5
	40				0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.2.
	50						0.1	0.2.	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	
	60								0.1	0.2	0.2	0.2	0.1		
	70									0.1	0.1	0.1			
		20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
8° 30' à 9° 15'	7°	1°.17'	1°.9'	1°.1'	0°.53'	0°.48'	0°.43'	0°.39'	0°.32'	0°.27'	0°.23	0°.21'	0°.17	0°.13'	0.11
	8	1.43	1.24	1.10	1.0	0.53	0.46	0.41	0.34	0.27	0.23	0.20	0.17	0.14	0.11
	9	1.49	1.36	1.14	1.1	0.53	0.46	0.41	0.33	0.27	0.23	0.19	0.16	0.14	0.10
	10	1.36	1.20	1.7	0.58	0.51	0.45	0.40	0.33	0.27	0.23	0.19	0.14	0.13	0.10
	11	1°.16	1.8	1.0	0.53	0.48	0.43	0.38	0.31	0.26	0.22	0.18	0.14	0.13	0.10
	12	0.59	0.56	0.52	0.48	0.43	0.39	0.36	0.30	0.25	0.21	0.17	0.14	0.12	0.9
	14	0.37	0.38	0.38	0.35	0.35	0.33	0.30	0.27	0.23	0.19	0.17	0.14	0.11	0.8
	16	0.24	0.27	0.28	0.29	0.28	0.28	0.26	0.23	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.8
	18	0.16	0.19	0.21	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.8
	20	0.11	0.15	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.9	0.7
	24	0.5	0.8	0.10	0.12	0.13	0.14	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.9	0.7	0.6
	30		0.2	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.10	0.10	0.9	0.8	0.7	0.5	0.4
	40				0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2.
	50						0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	
	60								0.1	0.2	0.2	0.1	0.1		
	70									0.1	0.1				
		20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
9° 15' à 10° 10'	7°	0°.54'	0°.50'	0°.46	0°.41'	0°.38'	0°.34'	0°.31'	0°.26'	0°.22'	0°.19'	0°.17'	0° 14'	0°.11'	0°.9'
	8	1.15	1.3	0.54	0.47	0.42	0.36	0.33	0.28	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.9
	9	1.25	1.14	1.0	0.50	0.44	0.39	0.34	0.28	0.23	0.20	0.16	0.14	0.12	0.9
	10	1.25	1.10	0.58	0.50	0.44	0.39	0.34	0.28	0.23	0.19	0.16	0.13	0.11	0.9
	11	1.15	1.3	0.54	0.47	0.42	0.37	0.33	0.27	0.22	0.18	0.16	0.12	0.11	0.9
	12	1.3	0.55	0.49	0.44	0.39	0.35	0.32	0.26	0.22	0.18	0.15	0.12	0.11	0.8
	14	0.41	0.40	0.38	0.35	0.33	0.32	0.28	0.24	0.20	0.16	0.15	0.12	0.10	0.7
	16	0.27	0.29	0.29	0.29	0.27	0.26	0.24	0.21	0.19	0.16	0.13	0.12	0.10	0.7
	18	0.18	0.21	0.22	0.23	0.23	0.22	0.21	0.19	0.17	0.14	0.13	0.11	0.9	0.7
	20	0.12	0.16	0.18	0.18	0.19	0.18	0.18	0.17	0.15	0.13	0.12	0.10	0.8	0.6
	24	0.6	0.9	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.8	0.7	0.5
	30		0.2	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.10	0.9	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4
	40			0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2.
	50						0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3.	0.2	0.1	
	60								0.1	0.2	0.2	0.1	0.1		
	70									0.1	0.1				

Table VI

Arcs soustractifs

hauteur apparente du soleil ou de l'Etoile	haut. appte de la Lune	Distance apparente 20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
10° 10' à 11° 15'.	7°	0°.30'	0°.31'	0° 30'	0°.28'	0°.27'	0°.25'	0°.23'	0°.20'	0°.17'	0°.14'	0°.12'	0°.10'	0°.8'	0°.7'
	8	0.46	0.42	0.38	0.34	0.31	0.26	0.25	0.21	0.18	0.15	0.12	0.10	0.9	0.7
	9	1.1'	0.52	0.45	0.39	0.35	0.31	0.27	0.23	0.19	0.15	0.12	0.11	0.9	0.7
	10	1.13	0.59	0.49	0.42	0.36	0.32	0.28	0.23	0.19	0.16	0.13	0.11	0.9	0.7
	11	1.13	0.58	0.48	0.41	0.36	0.31	0.28	0.22	0.18	0.15	0.13	0.10	0.9	0.7
	12	1.7	0.54	0.46	0.40	0.35	0.31	0.28	0.22	0.18	0.15	0.13	0.10	0.9	0.7
	14	0.45	0.42	0.38	0.34	0.31	0.28	0.25	0.21	0.17	0.14	0.12	0.10	0.8	0.6
	16	0.29	0.30	0.29	0.28	0.26	0.24	0.22	0.19	0.16	0.13	0.11	0.10	0.8	0.6
	18	0.19	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.19	0.17	0.15	0.12	0.11	0.10	0.7	0.6
	20	0.13	0.16	0.17	0.18	0.18	0.17	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.9	0.7	0.5
	24	0.6	0.9	0.11	0.11	0.12	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.8	0.7	0.5	0.4
	30		0.2	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
	40			0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
	50						0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	
	60								0.1	0.2	0.2	0.1	0.1		
	70									0.1	0.1				
		20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
11° 15' à 12° 40'	7°	0°.20'	0°.21'	0° 21'	0°.20'	0° 20'	0°.19'	0° 17'	0°.15'	0° 13'	0° 11'	0.10	0°.8'	0°.6'	0°.6'
	8	0.30	0.28	0.27	0.25	0.23	0.20	0.19	0.16	0.14	0.12	0.10	0.8	0.7	0.6
	9	0.41	0.36	0.33	0.30	0.26	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.10	0.9	0.7	0.6
	10	0.51	0.43	0.37	0.32	0.28	0.25	0.22	0.18	0.15	0.12	0.11	0.9	0.8	0.6
	11	0.55	0.45	0.38	0.33	0.29	0.25	0.23	0.18	0.15	0.13	0.11	0.9	0.8	0.6
	12	0.55	0.45	0.38	0.33	0.29	0.25	0.23	0.18	0.15	0.13	0.11	0.9	0.8	0.6
	14	0.46	0.40	0.34	0.30	0.27	0.24	0.21	0.17	0.14	0.12	0.10	0.8	0.7	0.5
	16	0.33	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.19	0.16	0.13	0.11	0.9	0.7	0.6	0.5
	18	0.23	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.17	0.15	0.12	0.11	0.9	0.7	0.6	0.5
	20	0.16	0.18	0.17	0.17	0.17	0.16	0.15	0.13	0.11	0.9	0.8	0.7	0.5	0.4
	24	0.7	0.10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3
	30	0.1	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
	40			0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1
	50						0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	
	60								0.1	0.2	0.1	0.1			
	70									0.1					
		20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
12° 40' à 14° 20'	7°	0°.9'	0°.11'	0°.11'	0°.12'	0° 12'	0°.12'	0° 11'	0°.10'	0° 9'	0°.8'	0°.7'	0°.6'	0°.4'	0°.4'
	8	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.13	0.11	0.10	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4
	9	0.20	0.20	0.20	0.20	0.17	0.16	0.15	0.13	0.11	0.9	0.8	0.6	0.5	0.4
	10	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.13	0.11	0.9	0.8	0.6	0.6	0.4
	11	0.36	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.14	0.11	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4
	12	0.43	0.36	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.14	0.12	0.10	0.8	0.7	0.6	0.4
	14	0.46	0.37	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18	0.14	0.12	0.10	0.8	0.6	0.5	0.4
	16	0.37	0.30	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.14	0.11	0.9	0.8	0.5	0.5	0.4
	18	0.26	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.9	0.7	0.5	0.5	0.4
	20	0.18	0.19	0.17	0.17	0.17	0.15	0.14	0.12	0.10	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3
	24	0.9	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.11	0.10	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
	30	0.3	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
	40			0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1
	50						0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	
	60								0.1	0.2	0.1	0.1			
	70									0.1					

hauteur apparente du Soleil ou de L' Étoile	hauteur app.te de la Lune	Table VI Arcs soustractifs. Distance apparente 20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
14°20' à 16°30'	7°	0°.6'	0°.7'	0°.8'	0°.8'	0°.8'	0°.8'	0°8'	0°.7'	0.7	0°.6'	0°.5'	0°.4	0°3'	0°.3'
	8	0.9	0.9	0.10	0.10	0.10	0.10	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
	9	0.13	0.13	0.13	0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
	10	0.17	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.10	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
	11	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.11	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.3
	12	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.9	0.8	0.6	0.6	0.5	0.3
	14	0.28	0.27	0.23	0.20	0.18	0.15	0.14	0.11	0.9	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3
	16	0.30	0.25	0.23	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.8	0.7	0.6	0.4	0.4	0.3
	18	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.8	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3
	20	0.20	0.19	0.16	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
	24	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.10	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
	30	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
	40			0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	
	50					0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1			
	60							0.1	0.1	0.1	0.1				
	70														
		20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
16°30' à 19°20'	7°	0°.2'	0°.3'	0°.4'	0°.4'	0°.4'	0°.4'	0°.4'	0°.4'	0°.4'	0°.4'	0°.3'	0°3'	0°.2'	0°.2'
	8	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2
	9	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2
	10	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2
	11	0.9	0.9	0.10	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2
	12	0.11	0.12	0.11	0.11	0.10	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2
	14	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.10	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2
	16	0.24	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2
	18	0.27	0.22	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2
	20	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
	24	0.14	0.13	0.13	0.11	0.10	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
	30	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1
	40		0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	
	50				0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1			
	60						0.1	0.1	0.1	0.1					
	70														
		20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
19°20' à 23°10'	7°	0°.1'	0°.2'	0°.3'	0°.3'	0°.3'	0°3'	0°.3'	0°3'	0°.3'	0°.3'	0°.2'	0°.2'	0°.2'	0°1'
	8	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1'
	9	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1'
	10	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1'
	11	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
	12	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
	14	0.10	0.10	0.7	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
	16	0.14	0.12	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
	18	0.16	0.14	0.10	0.10	0.9	0.8	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
	20	0.16	0.14	0.11	0.10	0.9	0.8	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
	24	0.12	0.11	0.10	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
	30	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	
	40	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1		
	50				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1			
	60														
	70														

hauteur apparente du Soleil ou de L' Étoile	hauteur app.te de la Lune	Table VI Arcs soustractifs. Distance apparente 20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	90°	100	110°	120°
23°10' à 30°0'	7°	0°.0'	0°.1'	0°.1'	0°.1'	0°.1'	0°.1'	0°.1'	0°.1'	0° 1'	0°.1'	0°.1'	0°.1'	0°.1'	0°0'
	8	0.0'	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1'	0.1	0.0
	9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
	10	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	11	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	12	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	14	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	16	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	18	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	20	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
	24	0.11	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
	30	0.10	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	
	40	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1		
	50				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1			

Table VII Logarithmes cotangentes. log. constant 4.3846

'	0°	1°	....	....	....	....	....	....	88°	89°	'
	cot	cot	cot	cot	cot	cot	cot	cot	cot	cot	
0	infinie	1. 7581	....	....	....	....	....	....	8. 5431	8. 2419	60
1	3. 5363	7509	....	....	....	....	....	....	5394	2346	59
2	2352	7438	....	....	....	....	....	....	5358	2272	58
3	0592	7369	....	....	....	....	....	....	5321	2196	57
4	2. 9342	7300	....	....	....	....	....	....	5283	2120	56
.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	.
.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	.
.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	.
.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	.
.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	.
55	1. 7959	1. 4754	....	....	....	....	....	....	8. 2767	7. 1627	5
56	7880	4717	....	....	....	....	....	....	2700	0658	4
57	7804	4679	....	....	....	....	....	....	2631	6. 9408	3
58	7728	4642	....	....	....	....	....	....	2562	7648	2
59	7654	4606	....	....	....	....	....	....	2491	4637	1
60	7581	4569	....	....	....	....	....	....	2419	inf. négatif	0
'	cot	cot	cot	cot	cot	cot	cot	cot	cot	cot	'
	179°	178°	....	....	....	....	....	....	91	90	

Table VIII Logarithmes des nombres

"	0 Degré. 0'	1'	....	....	....	....	....	....	59'	60'	"
0	inf. négatif.	1. 7782	....	....	....	....	....	....	3. 5490	....	0
1	0. 0000	7853	....	....	....	....	....	....	5491	....	1
2	3010	7923	....	....	....	....	....	....	5492	....	2
.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	.
.	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	.
58	1. 7634	2. 0719	....	....	....	....	....	....	3. 5561	....	58
59	7709	0755	....	....	....	....	....	....	5562	....	59

Table IX

2me et 3me Equation de la Lune

Distance apparente

Parallaxe de hauteur ou 1re Equation de la Lune	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°
8'	2"	2"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"
10	3"	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1"	1	1	1	1	1
11	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
12	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
14	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
15	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3
16	6	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
17	7	7	7	6	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3
18	8	8	7	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4
19'	9"	9"	8"	8"	7"	7"	7"	6"	6"	6"	6"	5"	5"	5"	5"	5"	4"	4"
20	10	10	9	9	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5
21	11	11	10	10	9	9	8	8	8	7	7	7	6	6	6	6	5	5
22	12	12	11	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6
23	13	13	12	11	11	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7	7	6
24	15	14	13	12	12	11	11	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7
25	16	15	14	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	9	8	8	8	8
26	17	16	15	15	14	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	9	8	8
27	18	17	17	16	15	14	14	13	12	12	11	11	11	10	10	9	9	9
28	20	19	18	17	16	15	15	14	13	13	12	12	11	11	11	10	10	9
29'	21"	20"	19"	18"	17"	16"	16"	15"	14"	14"	13"	13"	12"	12"	11"	11"	10"	10"
30	23	22	20	19	19	18	17	16	15	15	14	14	13	13	12	12	11	11
31	24	23	22	21	20	19	18	17	16	16	15	15	14	13	13	12	12	12
32	26	25	23	22	21	20	19	18	18	17	16	15	15	14	14	13	13	12
33	28	26	25	24	22	21	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	13
34	29	28	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	14	14
35	31	29	28	26	25	24	23	22	21	20	19	19	18	17	16	16	15	15
36	33	31	29	28	27	25	24	23	22	21	20	20	19	18	17	17	16	16
37	35	33	31	30	28	27	26	24	23	22	22	21	20	19	18	18	17	16
38	37	35	33	31	30	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	19	18	17
39'	39"	36"	35"	33"	31"	30"	28"	27"	26"	25"	24"	23"	22"	21"	20"	20"	19"	18"
40	41	38	36	35	33	31	30	29	27	26	25	24	23	22	21	21	20	19
41	43	40	38	36	35	33	31	30	29	28	26	25	24	23	23	22	21	20
42	45	42	40	38	36	35	33	32	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
43	47	44	42	40	38	36	35	33	32	30	29	28	27	26	25	24	23	22
44	49	46	44	42	40	38	36	35	33	32	30	29	28	27	26	25	24	23
45	51	49	46	44	42	40	38	36	35	33	32	31	29	28	27	26	25	24
46	54	51	48	46	43	41	40	38	36	35	33	32	31	30	28	27	26	25
47	56	53	50	48	45	43	41	40	38	36	35	33	32	31	30	29	28	27
48	58	55	52	50	47	45	43	41	39	38	36	35	33	32	31	30	29	28
49'	61"	58"	55"	52"	49"	47"	45"	43"	41"	39"	38"	36"	35"	34"	32"	31"	30"	29"
50	63	60	57	54	51	49	47	45	43	41	39	38	36	35	34	32	31	30
51	66	62	59	56	53	51	49	47	45	43	41	39	38	36	35	34	32	31
52	68	65	61	58	56	53	51	48	46	44	43	41	39	38	36	35	34	32
53	71	67	64	61	58	55	53	50	48	46	44	42	41	39	38	36	35	34
54	74	70	66	63	60	57	55	52	50	48	46	44	42	41	39	38	36	35
55	77	72	69	65	62	59	57	54	52	50	48	46	44	42	41	39	38	36
56	79	75	71	68	64	61	59	56	54	51	49	47	46	44	42	41	39	38
57	82	78	74	70	67	64	61	58	56	53	51	49	47	45	44	42	40	39
58	85"	81	76	73	69	66	63	60	58	55	53	51	49	47	45	44	42	40
59	88"	83.	79	75	72	68	65	62	60	57	55	53	51	49	47	45	43	42

Table IX

2e et 3e Equation de la Lune.

Distance Apparente.

Correction de la hauteur ou 1re Equation de la Lune	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°
8'	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	0"	0"	0"	0"	0"	0"
10	1"	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
15	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
16	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
19'	4"	4"	4"	4"	4"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	2"	2"	2"
20	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3
22	6	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
23	6	6	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3
24	7	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
25	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
26	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	4	4
27	8	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5
28	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5
29'	10"	9"	9"	9"	8"	8"	8"	8"	7"	7"	7"	7"	6"	6"	6"	6"	6"	5"
30	10	10	10	9	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6
31	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	6	6
32	12	11	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7	7	6
33	13	12	12	11	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7
34	13	13	12	12	12	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	8	7
35	14	14	13	13	12	12	11	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8
36	15	14	14	13	13	13	12	12	11	11	11	10	10	9	9	9	9	8
37	16	15	15	14	14	13	13	12	12	12	11	11	10	10	10	9	9	9
38	17	16	16	15	14	14	14	13	13	12	12	11	11	11	10	10	9	9
39'	18"	17"	16"	16"	15"	15"	14"	14"	13"	13"	12"	12"	12"	11"	11"	10"	10"	10"
40	19	18	17	17	16	16	15	14	14	13	13	13	12	12	12	11	11	10
41	19	19	18	17	17	16	16	15	15	14	14	13	13	12	12	11	11	11
42	20	20	19	18	18	17	17	16	15	15	14	14	13	13	12	12	12	11
43	21	21	20	19	19	18	17	17	16	16	15	15	14	14	13	13	12	12
44	22	22	21	20	19	19	18	17	17	16	16	15	15	14	14	13	13	12
45	23	23	22	21	20	20	19	18	18	17	16	16	15	15	14	14	13	13
46	25	24	23	22	21	21	20	19	18	18	17	17	16	15	15	14	14	13
47	26	25	24	23	22	21	21	20	19	19	18	17	17	16	16	15	15	14
48	27	26	25	24	23	22	22	21	20	19	19	18	17	17	16	16	15	15
49'	28"	27"	26"	25"	24"	23"	22"	22"	21"	20"	20"	19"	18	18	17"	16"	16"	15"
50	29	28	27	26	25	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	17	16	16
51	30	29	28	27	26	25	24	24	23	22	21	20	20	19	18	18	17	16
52	31	30	29	28	27	26	25	24	24	23	22	21	21	20	19	18	18	17
53	33	31	30	29	28	27	26	25	25	24	23	22	21	21	20	19	18	18
54	34	33	31	30	29	28	27	26	25	25	24	23	22	21	21	20	19	18
55	35	34	33	31	30	29	28	27	26	25	25	24	23	22	21	21	20	19
56	36	35	34	33	31	30	29	28	27	26	26	25	24	23	22	21	21	20
57	38	36	35	34	33	31	30	29	28	27	26	26	25	24	23	22	21	21
58	39	38	36	35	34	33	31	30	29	28	27	26	26	25	24	23	22	21
59	40	39	38	36	35	34	33	31	30	29	28	27	26	25	25	24	23	22

Table IX

2e et 3e Equation de la Lune

Correction de la haut. ou 1re Equation de la Lune	Distance Apparente																	
	55°	56°	57°	58°	59°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°	105°	110°	115°	120°
8'	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	20"	20"	20"	20"	20"	20"
10	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	20	20	20	20	20	19
11	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	20	20	20	20	29	19
12	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	20	20	20	20	19	19
13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	20	20	20	19	19	19
14	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	20	20	20	19	19	19
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	20	20	20	19	19	19
16	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	20	20	19	19	19	19
17	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	20	20	19	19	19	19
18	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0	20	20	19	19	19	18
19'	2"	2"	2"	2"	2"	2	1"	1	1"	1"	0"	0"	20	19"	19"	19"	19"	18"
20	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0	20	19	19	19	18	18
21	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0	20	19	19	19	18	18
22	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	0	0	20	19	19	18	18	18
23	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	0	0	20	19	19	18	18	17
24	4	3	3	3	3	3	2	2	1	1	0	0	20	19	19	18	18	17
25	4	4	4	3	3	3	3	2	1	1	0	0	20	19	19	18	17	17
26	4	4	4	4	4	3	3	2	2	1	1	0	19	19	18	18	17	17
27	4	4	4	4	4	4	3	2	2	1	1	0	19	19	18	18	17	16
28	5	5	4	4	4	4	3	2	2	1	1	0	19	19	18	18	17	16
29'	5"	5"	5"	5"	4"	4"	3"	3"	2"	1"	1"	0"	19"	19"	18"	17"	17"	16"
30	5	5	5	5	5	5	4	3	2	1	1	0	19	19	18	17	16	15
31	6	6	5	5	5	5	4	3	2	1	1	0	19	19	18	17	16	15
32	6	6	6	6	5	5	4	3	2	2	1	0	19	18	18	17	16	15
33	7	6	6	6	6	5	4	3	3	2	1	0	19	18	17	17	16	15
34	7	7	7	6	6	6	5	4	3	2	1	0	19	18	17	16	15	14
35	7	7	7	7	6	6	5	4	3	2	1	0	19	18	17	16	15	14
36	8	8	7	7	7	7	5	4	3	2	1	0	19	18	17	16	15	13
37	8	8	8	7	7	7	6	4	3	2	1	0	19	18	17	16	14	13
38	9	8	8	8	8	7	6	5	3	2	1	0	19	18	17	15	14	13
39'	9"	9"	9"	8"	8"	8"	6"	5"	4"	2"	1"	0"	19"	18"	16"	15"	14"	12"
40	10	9	9	9	8	8	7	5	4	2	1	0	19	18	16	15	13	12
41	10	10	10	9	9	8	7	5	4	3	1	0	19	17	16	15	13	12
42	11	10	10	10	9	9	7	6	4	3	1	0	19	17	16	14	13	11
43	11	11	10	10	10	9	8	6	4	3	1	0	19	17	16	14	12	11
44	12	11	11	11	10	10	8	6	5	3	1	0	19	17	15	14	12	10
45	12	12	11	11	11	10	8	6	5	3	2	0	18	17	15	14	12	10
46	13	12	12	12	11	11	9	7	5	3	2	0	18	17	15	13	11	9
47	13	13	13	12	12	11	9	7	5	3	2	0	18	17	15	13	11	9
48	14	14	13	13	12	12	9	7	5	4	2	0	18	16	15	13	11	8
49	15	14	14	13"	13"	12	10	8"	6	4	2	0"	18	16"	14	12"	10"	8"
50	15	15	14	14	13	13	10	8	6	4	2	0	18	16	14	12	10	7
51	16	15	15	14	14	13	11	8	6	4	2	0	18	16	14	12	9	7
52	17	16	15	15	14	14	11	9	6	4	2	0	18	16	14	11	9	6
53	17	17	16	15	15	14	12	9	7	4	2	0	18	16	13	11	9	6
54	18	17	17	16	15	15	12	9	7	4	2	0	18	16	13	11	8	5
55	18	18	17	16	16	15	12	10	7	5	2	0	18	15	13	10	8	5
56	19	18	18	17	16	16	13	10	7	5	2	0	18	15	13	10	7	4
57	20	19	18	18	17	16	13	10	8	5	2	0	18	15	12	10	7	4
58	21	20	19	18	18	17	14	11	8	5	3	0	17	15	12	9	6	3
59	21	20	20	19	18	18	14	11	8	5	3	0	17	15	12	9	6	2

Table X
Nombre Constant C

haut.	C
6° 20'	54",0
25	54,1
30	54,2
35	54,3
40	54,4
50	54,5
55	54,6
7° 5'	54,7
15	54,8
20	54,9
7° 30'	55",0
35	55,1
45	55,2
50	55,3
55	55,4
8° 5'	55,5
10	55,6
20	55,7

Table XI
Equation de l'Etoile ou 1.re Equation du soleil

arc A	C 54"	arc A	Dix.e de C		arc A	C 54"	C 55"	arc A	Dix.e de C	
6° 20'	8' 6",5	40'			7° 20'	6' 59",6		40'		
21	5,2	39	1	0",9	21	58,6		39	1	0",8
22	4,0	38	2	1,8	22	57,7		38	2	1,5
23	2,7	37	3	2,7	23	56,7		37	3	2,3
24	1,4	36	4	3,6	24	55,8		36	4	3,1
25	0,2	35	5	4,5	25	54,8		35	5	3,9
26	7' 59",0	34	6	5,3	26	53,9		34	6	4,6
27	57,7	33	7	6,2	27	53,0		33	7	5,4
28	56,4	32	8	7,1	28	52,0		32	8	6,2
29	55,2	173° 31'	9	8,0	29	51,1		172° 31	9	6,9
6° 30'	7' 54",0	30'			7° 30'	6' 50",2	6' 57",8	30'		
31	52,7	29	1	0",9	31	49,3	56,8	29	1	0",8
32	51,5	28	2	1,7	32	48,3	55,9	28	2	1,5
33	50,3	27	3	2,6	33	47,4	55,0	27	3	2,3
34	49,1	26	4	3,5	34	46,5	54,0	26	4	3,0
35	47,9	25	5	4,3	35	45,6	53,1	25	5	3,8
36	46,7	24	6	5,2	36	44,7	52,2	24	6	4,5
37	45,5	23	7	6,1	37	43,8	51,3	23	7	5,3
38	44,3	22	8	6,9	38	42,9	50,4	22	8	6,0
39	43,2	173° 21'	9	7,8	39	42,0	49,5	172° 21'	9	6,8
6° 40'	7' 42",0	20'			7° 40'	6' 41",2	6' 48",6	20'		
41	40,8	19	1	0",9	41	40,3	47,7	19	1	0",7
42	39,7	18	2	1,7	42	39,4	46,8	18	2	1,5
43	38,5	17	3	2,6	43	38,5	45,9	17	3	2,2
44	37,4	16	4	3,4	44	37,7	45,0	16	4	2,9
45	36,2	15	5	4,3	45	36,8	44,1	15	5	3,7
46	35,1	14	6	5,1	46	35,9	43,3	14	6	4,4
47	34,0	13	7	6,0	47	35,1	42,4	13	7	5,2
48	32,9	12	8	6,8	48	34,2	41,5	12	8	5,9
49	31,7	173° 11'	9	7,7	49	33,4	40,6	172° 11'	9	6,6
6° 50'	7' 30",6	10'			7° 50'	6' 32",5	6' 39",8	10'		
51	29,5	9	1	0",8	51	31,7	38,9	9	1	0",7
52	28,4	8	2	1,7	52	30,8	38,1	8	2	1,4
53	27,3	7	3	2,5	53	30,0	37,2	7	3	2,1
54	26,3	6	4	3,3	54	29,2	36,4	6	4	2,9
55	25,2	5	5	4,1	55	28,3	35,5	5	5	3,6
56	24,1	4	6	5,0	56	27,5	34,7	4	6	4,3
57	23,0	3	7	5,8	57	26,7	33,8	3	7	5,0
58	21,9	2	8	6,6	58	25,9	33,0	2	8	5,7
59	20,9	173° 1'	9	7,4	59	25,0	32,2	172° 1'	9	6,4
7° 0'	7' 19",8	173° 0'			8° 0'	6' 24",2	6' 31",3	172° 0'		
1	18,7	59	1	0",8	1	23,4	30,5	59	1	0",7
2	17,7	58	2	1,7	2	22,6	29,7	58	2	1,4
3	16,6	57	3	2,4	3	21,8	28,9	57	3	2,1
4	15,6	56	4	3,2	4	21,0	28,1	56	4	2,8
5	14,6	55	5	4,0	5	20,2	27,3	55	5	3,5
6	13,5	54	6	4,8	6	19,4	26,5	54	6	4,2
7	12,5	53	7	5,6	7	18,6	25,6	53	7	4,9
8	11,5	52	8	6,4	8	17,8	24,8	52	8	5,6
9	10,5	172° 51'	9	7,2	9	17,1	24,1	171° 51'	9	6,3
7° 10'	7' 9",5	50'			8° 10'	6' 16",3	6' 23",3	50'		
11	8,5	49	1	0",8	11	15,5	22,5	49	1	0",7
12	7,5	48	2	1,6	12	14,7	21,7	48	2	1,4
13	6,5	47	3	2,4	13	14,0	20,9	47	3	2,1
14	5,5	46	4	3,2	14	13,2	20,1	46	4	2,8
15	4,5	45	5	4,0	15	12,4	19,3	45	5	3,5
16	3,5	44	6	4,7	16	11,7	18,6	44	6	4,1
17	2,5	43	7	5,5	17	10,9	17,8	43	7	4,8
18	1,5	42	8	6,3	18	10,2	17,0	42	8	5,5
19	0,6	172° 41'	9	7,1	19	9,4	16,2	171° 41'	9	6,2

Table XII
2.e Equation du soleil

haut. du ☉	arc A 6° 20'	6° 40'	7° 0'	7° 20'	7° 40'	8° 0'	8° 20'
6° 20'	8",7	8",3	7",9	7",5	7",1	6",8	6",5
40		8",7	8,3	7,9	7,5	7,1	6,8
7° 0'			8,7	8,3	7,9	7,5	7,1
20				8,7	8,3	7,9	7,6
40					8,7	8,3	8,0
8° 0'						8,7	8,4
20							8,7
haut.r du ☉	173° 40'	173° 20'	173° 0'	172° 40'	172° 20'	172° 0'	171° 40'
	arc A						

Table X — nombres constans C

haut.	C
6° 20'	54",0
25	54,1
30	54,2
35	54,3
40	54,4
50	54,5
55	54,6
7° 5'	54,7
15	54,8
20	54,9
7° 30'	55",0
35	55,1
45	55,2
50	55,3
55	55,4
8° 5'	55,5
10	55,6
20	55,7
30	55,8
40	55,9
9° 0	56',0'
10	56,1
30	56,2

Table XI — Equation de l'Etoile, ou 1ere Equation du soleil

arc A	C 54"	C 55"	C 56"	arc A	Diaièmes de C	
8°. 20'	6'. 8",7	6' 15",5		40'		
21	7,9	14,7		39	1	0",7
22	7,2	14,0		38	2	1,4
23	6,4	13,2		37	3	2,0
24	5,7	12,5		36	4	2,7
25	5,0	11,7		35	5	3,4
26	4,2	11,0		34	6	4,1
27	3,5	10,2		33	7	4,7
28	2,8	9,5		32	8	5,4
29	2,0	8,7		171° 31'	9	6,1
8°. 30'	6'. 1",3	6' 8",0		30		
31	0,6	7,3		29	1	0",7
32	5'. 59",9	6,6		28	2	1,3
33	59,2	5,8		27	3	2,0
34	58,5	5,1		26	4	2,6
35	57,8	4,4		25	5	3,3
36	57,1	3,7		24	6	4,0
37	56,4	3,0		23	7	4,6
38	55,7	2,2		22	8	5,3
39	55,0	1,5		171° 21'	9	5,9
8° 40'	5'. 54",3	6' 0",8		20'		
41	53,6	0,1		19	1	0",6
42	52,9	5'. 59",4		18	2	1,3
43	52,2	58,7		17	3	2,0
44	51,5	58,0		16	4	2,6
45	50,8	57,3		15	5	3,2
46	50,2	56,7		14	6	3,9
47	49,5	56,0		13	7	4,5
48	48,8	55,3		12	8	5,2
49	48,1	54,6		171° 11'	9	5,8
8°. 50'	5'. 47",5	5' 53",9		10'		
51	46,8	53,2		9	1	0",6
52	46,2	52,6		8	2	1,3
53	45,5	51,9		7	3	1,9
54	44,8	51,2		6	4	2,6
55	44,2	50,6		5	5	3,2
56	43,5	49,9		4	6	3,8
57	42,9	49,2		3	7	4,5
58	42,2	48,6		2	8	5,1
59	41,6	47,9		171° 1'	9	5,7
9°. 0'	5'. 40",9	5'. 47,3	5' 53",6	171°. 0'		
1	40,3	46,6	52,9	59	1	0",6
2	39,7	45,9	52,2	58	2	1,2
3	39,1	45,3	51,6	57	3	1,9
4	38,4	44,7	50,9	56	4	2,5
5	37,8	44,1	50,3	55	5	3,1
6	37,1	43,4	49,6	54	6	3,7
7	36,5	42,8	49,0	53	7	4,4
8	35,9	42,1	48,3	52	8	5,0
9	35,3	41,5	47,7	170° 51'	9	5,6
9° 10'	5'. 34",6	5'. 40",8	5' 47",0	50'		
11	34,0	40,2	46,4	49	1	0",6
12	33,4	39,6	45,8	48	2	1,2
13	32,8	39,0	45,2	47	3	1,8
14	32,2	38,3	44,5	46	4	2,5
15	31,6	37,7	43,9	45	5	3,1
16	31,0	37,1	43,2	44	6	3,7
17	30,4	36,5	42,6	43	7	4,3
18	29,8	35,9	42,0	42	8	4,9
19	29,2	35,3	41,4	170° 41'	9	5,5

Table XII — 2e. Equation du soleil

haut. du ☉	arc A 8° 20'	8° 40'	9° 0'	9° 20'
6° 20'	6",6	6",4	6",1	5",9
40	7,0	6,7	6,5	6,3
7° 0'	7,3	7,1	6,8	6,6
20	7,7	7,4	7,1	6,9
40	8,0	7,7	7,4	7,2
8°. 0'	8,3	8,1	7,7	7,5
20	8,7	8,4	8,0	7,8
40		8,7	8,4	8,1
9° 0'			8,7	8,4
20				8,7
haut. du ☉ — arc A	171° 40'	171° 20'	171° 0'	170° 40'

Table X — nombres constans C

haut	C
6° 20'	54",0
25	54,1
30	54,2
35	54,3
40	54,4
50	54,5
55	54,6
7° 5'	54,7
15	54,8
20	54,9
7° 30'	55",0
35	55,1
45	55,2
50	55,3
55	55,4
8° 5	55,5
10	55,6
20	55,7
30	55,8
40	55,9
9° 0'	56",0
10	56,1
30	56,2
40	56,3
10° 0'	56,4
20	56,5
40	56,6
11° 0'	56,7
20	56,8

Table XI — Equation de l'Etoile, ou 1ere Equation du soleil

Arc A	C 54"	C 55"	C 56"	Arc A	Diaièmes de C	
9° 20'	5' 28",6	5'. 34",6	5' 40",7	40'		
22	27,4	33,4	39,5	38	1	0",6
24	26,2	32,2	38,3	36	2	1,2
26	25,0	31,0	37,1	34	3	1,8
28	23,8	29,8	35,8	32	4	2,4
30	22,7	28,7	34,6	30	5	3,0
32	21,5	27,5	33,5	28	6	3,6
34	20,4	26,3	32,3	26	7	4,2
36	19,3	25,2	31,1	24	8	4,8
38	18,1	24,0	29,9	170°. 22'	9	5,4
9° 40'	5'. 17",0	5' 22",9	5'. 28",7	20		
42	15,9	21,8	27,6	18	1	0",6
44	14,8	20,7	26,5	16	2	1,2
46	13,6	19,5	25,3	14	3	1,7
48	12,6	18,4	24,2	12	4	2,3
50	11,5	17,3	23,1	10	5	2,9
52	10,5	16,2	22,0	8	6	3,5
54	9,4	15,1	20,9	6	7	4,1
56	8,3	14,1	19,8	4	8	4,6
58	7,3	13,0	18,7	170°. 2'	9	5,2
10° 0'	5'. 6",2	5' 11",9	5' 17",6	170° 0'		
2	5,2	10,9	16,5	58	1	0",6
4	4,2	9,8	15,4	56	2	1,1
6	3,1	8,8	14,4	54	3	1,7
8	2,1	7,7	13,3	52	4	2,2
10	1,1	6,7	12,3	50	5	2,8
12	0,1	5,7	11,2	48	6	3,4
14	4'. 59",1	4,7	10,2	46	7	3,9
16	58,1	3,6	9,2	44	8	4,4
18	57,1	2,6	8,1	169°. 42'	9	5,0
10° 20	4' 56",2	5' 1",6	5'. 7",1	40'		
22	55,2	0,6	6,1	38	1	0",5
24	54,2	4' 59",7	5,1	36	2	1,1
26	53,3	58,7	4,1	34	3	1,6
28	52,3	57,7	3,1	32	4	2,2
30	51,4	56,8	2,1	30	5	2,7
32	50,4	55,8	1,2	28	6	3,2
34	49,5	54,8	0,2	26	7	3,8
36	48,5	53,9	4' 59",2	24	8	4,3
38	47,6	52,9	58,0	169°. 22'	9	4,9
10° 40	4' 46",7	4' 52",0	4' 57",3	20'		
42	45,8	51,1	56,4	18	1	0",5
44	44,9	50,2	55,4	16	2	1,0
46	44,0	49,2	54,5	14	3	1,6
48	43,1	48,3	53,6	12	4	2,1
50	42,2	47,4	52,6	10	5	2,6
52	41,3	46,5	51,7	8	6	3,1
54	40,4	45,6	50,8	6	7	3,7
56	39,5	44,7	49,9	4	8	4,2
58	38,7	43,8	49,0	169° 2'	9	4,7
11° 0'	4'. 37",8	4' 42",9	4' 48",1	169°. 0		
2	36,9	42,1	47,2	58	1	0",5
4	36,1	41,2	46,4	56	2	1,0
6	35,2	40,3	45,5	54	3	1,5
8	34,4	39,5	44,6	52	4	2,0
10	33,6	38,6	43,7	50	5	2,5
12	32,7	37,8	42,8	48	6	3,1
14	31,9	36,9	42,0	46	7	3,6
16	31,1	36,1	41,1	44	8	4,1
18	30,2	35,2	40,3	168° 42'	9	4,6

Table XII — 2e Equation du soleil

haut. du ☉	Arc A 9° 20'	9° 40'	10° 0	10° 20'	10° 40'	11°. 0	11°. 20'
6°. 0'	5",6	5",4	5",2	5",0	4",9	4",7	4",6
20	5,9	5,7	5,5	5,3	5,2	5,0	4,8
40	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,1
7° 0'	6,5	6,3	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3
20	6,8	6,6	6,4	6,2	6,0	5,8	5,6
40	7,1	6,9	6,7	6,4	6,2	6,0	5,8
8° 0	7,4	7,2	7,0	6,7	6,5	6,3	6,1
20	7,7	7,5	7,3	7,0	6,8	6,6	6,4
40	8,1	7,9	7,6	7,3	7,1	6,8	6,6
9° 0	8,4	8,2	7,9	7,6	7,4	7,1	6,9
9° 20'	8",7	8",5	8",2	7",9	7",7	7",4	7",2
40		8,7	8,4	8,1	7,9	7,6	7,4
10° 0			8,7	8,4	8,2	7,9	7,7
20				8,7	8,5	8,2	7,9
40					8,7	8,4	8,2
11° 0'						8,7	8,4
11° 20'							8,6
haut. du ☉ — Arc A	170° 40'	170° 20'	170° 0'	169° 40'	169° 20'	169° 0'	168° 40'

Table X
Nombres constants C

haut.	C
6° 20'	54",0
25	54,1
30	54,2
35	54,3
40	54,4
50	54,5
55	54,6
7° 5'	54,7
15	54,8
20	54,9
7° 30'	55",0
35	55,1
45	55,2
50	55,3
55	55,4
8° 5'	55,5
10	55,6
20	55,7
30	55,8
40	55,9
9° 0'	56",0
10	56,1
30	56,2
40	56,3
10° 0'	56,4
20	56,5
40	56,6
11° 0'	56,7
20	56,8
40	56,9
12° 0'	57" 0
45	57,1
13° 15	57,2
45	57,3

Table XI
Equation de l'Etoile, ou 1ère Equation du Soleil

Arc A	C 54"	C 55"	C 56"	C 57"	Arc A	Dixièmes de C	
11° 20'	4'.29",4	4'.34",4	4'.39",4		40'		
22	28,6	33,6	38,6		38	1	0",5
24	27,8	32,8	37,7		36	2	1,0
26	27,0	32,0	36,9		34	3	1,4
28	26,2	31,1	36,1		32	4	2,0
30	25,4	30,3	35,2		30	5	2,5
32	24,6	29,5	34,4		28	6	3,0
34	23,8	28,7	33,6		26	7	3,5
36	23,1	27,9	32,8		24	8	3,9
38	22,3	27,1	32,0		168° 22'	9	4,4
11° 40'	4'.21",5	4'.26",4	4'.31",2		20'		
42	20,8	25,6	30,4		18	1	0",5
44	20,0	24,8	29,6		16	2	1,0
46	19,2	24,0	28,8		14	3	1,4
48	18,5	23,3	28,1		12	4	1,9
50	17,7	22,5	27,3		10	5	2,4
52	17,0	21,7	26,5		8	6	2,9
54	16,2	21,0	27,7		6	7	3,3
56	15,5	20,2	25,0		4	8	3,8
58	14,8	19,5	24,2		168° 2'	9	4,3
12° 0'	4'.14",1	4'.18",8	4'.23",5	4'.28",2	168° 0'		
2	13,4	18,0	22,7	27,4	58	1	0",5
4	12,6	17,3	21,9	26,6	56	2	0,9
6	11,9	16,6	21,2	25,9	54	3	1,4
8	11,2	15,8	20,5	25,1	52	4	1,9
10	10,5	15,1	19,7	24,4	50	5	2,3
12	9,8	14,4	19,0	23,6	48	6	2,8
14	9,1	13,7	18,3	22,9	46	7	3,2
16	8,4	13,0	17,6	22,2	44	8	3,7
18	7,7	12,3	16,8	21,4	167° 42'	9	4,2
12° 20'	4'.7",0	4'.11",5	4'.16",1	4'.20",7	40'		
22	6,3	10,9	15,4	20,0	38	1	0",5
24	5,6	10,2	14,7	19,3	36	2	0,9
26	4,9	9,5	14,0	18,5	34	3	1,4
28	4,3	8,8	13,3	17,8	32	4	1,8
30	3,6	8,1	12,6	17,1	30	5	2,3
32	2,9	7,4	11,9	16,4	28	6	2,7
34	2,2	6,7	11,2	15,7	26	7	3,2
36	1,6	6,1	10,5	15,0	24	8	3,6
38	0,9	5,4	9,8	14,3	167° 22'	9	4,1
12° 40'	4'.0",3	4'.4",7	4'.9",2	4'.13,6	20'		
42	3'.59",6	4,1	8,5	12,9	18	1	0",4
44	59,0	3,4	7,8	12,2	16	2	0,9
46	58,3	2,7	7,2	11,6	14	3	1,3
48	57,7	2,1	6,5	10,9	12	4	1,8
50	57,0	1,4	5,8	10,2	10	5	2,2
52	56,4	0,8	5,2	9,5	8	6	2,6
54	55,8	0,1	4,5	8,9	6	7	3,1
56	55,1	3'.59",5	3,9	8,2	4	8	3,5
58	54,5	58,9	3,2	7,5	167° 2'	9	4,0
13° 0'	3'.53",9	3'.58",2	4'.2",6	4'.6",9	167° 0'		
2	53,2	57,6	1,9	6,2	58	1	0",4
4	52,7	57,0	1,3	5,6	56	2	0,9
6	52,1	56,3	0,6	4,9	54	3	1,3
8	51,6	55,7	4' 00,0	4,3	52	4	1,7
10	50,8	55,1	59,4	3,7	50	5	2,1
12	50,2	54,5	58,8	3,0	48	6	2,6
14	49,6	53,9	58,2	2,4	46	7	3,0
16	49,0	53,3	57,5	1,8	44	8	3,4
18	48,4	52,7	56,9	1,1	166° 42	9	3,9

Table XII
2e Equation du Soleil

haut. du ☉	arc A 11° 20'	11° 40	12° 0'	12° 20	12° 40	13° 0	13° 20'
arc A (bas)	168° 40'	168° 20'	168° 0'	167° 40'	167° 20'	167° 0	166° 40
6° 0'	4",6	4",5	4",3	4",2	4",1	4",0	3",9
20	4,8	4,7	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1
40	5,1	5,0	4,8	4,7	4,6	4,4	4,3
7° 0'	5,3	5,2	5,0	4,9	4,8	4,6	4,5
20	5,6	5,5	5,3	5,1	5,0	4,8	4,7
40	5,8	5,7	5,5	5,4	5,3	5,1	5,0
8° 0'	6,1	6,0	5,8	5,6	5,5	5,3	5,2
20	6,4	6,2	6,0	5,8	5,7	5,5	5,4
40	6,6	6,5	6,3	6,1	6,0	5,8	5,6
9° 0	6,9	6,7	6,5	6,3	6,2	6,0	5,8
9° 20'	7",2	7",0	6",7	6",5	6",4	6",2	6",0
40	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4	6,2
10° 0'	7,7	7,5	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4
20	7,9	7,7	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6
40	8,2	7,9	7,7	7,5	7,3	7,1	6,9
11° 0	8,4	8,1	7,9	7,7	7,5	7,3	7,1
20	8,6	8,4	8,1	7,9	7,7	7,5	7,3
40		8,6	8,4	8,2	8,0	7,8	7,6
12° 0			8,6	8,4	8,2	8,0	7,8
20				8,6	8,4	8,2	8,0
12° 40'					8",6	8,4	8,2
13° 0'						8,6	8,4
20							8,6

Table X
Nombres Constans C

haut.	C
6° 20'	54",0
25	54,1
30	54,2
35	54,3
40	54,4
50	54,5
55	54,6
7° 5'	54,7
15	54,8
20	54,9
7° 30	55",0
35	55,1
45	55,2
50	55,3
55	55,4
8° 5	55,5
10	55,6
20	55,7
30	55,8
40	55,9
9° 0'	56",0
10	56,1
30	56,2
40	56,3
10° 0'	56,4
20	56,5
40	56,6
11° 0'	56,7
20	56,8
40	56,9
12° 0	57",0
45	57,1
13° 15'	57,2
45	57,3
14° 0	57,3
15° 0'	57,4
16° 0'	57,5

Table XI
Equation de l'Etoile ou 1ère Equation du soleil

Arc A	C 54"	C 55"	C 56"	C 57"	Arc A	Dixièmes de C	
13°. 20'	3'.47",8	3'.52",1	3'.56",3	4'.0",5	40'		
22	47,3	51,5	55,7	3'.59",9	38	1	0",4
24	46,7	50,9	55,1	59,3	36	2	0,8
26	46,1	50,3	54,5	58,6	34	3	1,2
28	45,5	49,7	53,9	58,0	32	4	1,7
30	44,9	49,1	53,3	57,4	30	5	2,1
32	44,4	48,5	52,7	56,8	28	6	2,5
34	43,8	47,9	52,1	56,2	26	7	2,9
36	43,2	47,3	51,5	55,6	24	8	3,3
38	42,6	46,8	50,9	55,0	166°. 22'	9	3,7
13°. 40'	3'.42",1	3'.46",2	3'.50",3	3'.54",4	20'		
42	41,5	45,6	49,7	53,8	18	1	0",4
44	41,0	45,1	49,1	53,2	16	2	0,8
46	40,4	44,5	48,6	52,6	14	3	1,2
48	39,8	43,9	48,0	52,1	12	4	1,6
50	39,3	43,4	47,4	51,5	10	5	2,0
52	38,7	42,8	46,9	50,9	8	6	2,4
54	38,2	42,2	46,3	50,3	6	7	2,8
56	37,7	41,7	45,7	49,8	4	8	3,2
58	37,1	41,1	45,2	49,2	166°. 2'	9	3,7
14°. 0'	3'.36",6	3'.40",6	3'.44,6	3'.48",6	166°. 0'		
2	36,0	40,0	44,0	48,0	58	1	0",4
4	35,5	39,5	43,5	47,5	56	2	0,8
6	35,0	39,0	43,0	46,9	54	3	1,2
8	34,5	38,4	42,4	46,4	52	4	1,6
10	33,9	37,9	41,8	45,8	50	5	2,0
12	33,4	37,4	41,3	45,3	48	6	2,4
14	32,9	36,8	40,8	44,7	46	7	2,8
16	32,4	36,3	40,3	44,2	44	8	3,2
18	31,9	35,8	39,7	43,6	165°. 22'	9	3,6
14°. 20'	3'.31",3	3'.35",3	3'.39",2	3'.43",1	40'		
22	30,8	34,7	38,6	42,5	38	1	0",4
24	30,3	34,2	38,1	42,0	36	2	0,8
26	29,8	33,7	37,6	41,5	34	3	1,2
28	29,3	33,2	37,1	40,9	32	4	1,5
30	28,8	32,7	36,6	40,4	30	5	1,9
32	28,3	32,2	36,0	39,9	28	6	2,3
34	27,8	31,7	35,5	39,4	26	7	2,7
36	27,3	31,1	35,0	38,8	24	8	3,1
38	26,8	30,6	34,5	38,3	165°. 22'	9	3,5
14°. 40'	3'.26",3	3'.30",1	3'.34",0	3'.37",8	20'		
42	25,8	29,6	33,5	37,3	18	1	0",4
44	25,3	29,1	33,0	36,8	16	2	0,8
46	24,9	28,7	32,5	36,2	14	3	1,1
48	24,4	28,2	31,9	35,7	12	4	1,5
50	23,9	27,7	31,5	35,2	10	5	1,9
52	23,4	27,2	31,0	34,7	8	6	2,3
54	22,9	26,7	30,5	34,2	6	7	2,6
56	22,5	26,2	30,0	33,7	4	8	3,0
58	22,0	25,7	29,5	33,2	165°. 2'	9	3,4
15°. 0'	3'.21",5	3'.25",2	3'.29",0	3'.32",7	165°. 0'		
5	20,4	24,1	27,8	31,5	55	1	0",4
10	19,2	22,9	26,6	30,3	50	2	0,7
15	18,0	21,7	25,4	29,1	45	3	1,1
20	16,9	20,6	24,3	27,9	40	4	1,5
25	15,8	19,5	23,1	26,7	35	5	1,8
30	14,7	18,3	21,9	25,5	30	6	2,2
35	13,6	17,2	20,8	24,4	25	7	2,5
40	12,5	16,1	19,7	23,2	20	8	2,9
45	11,4	15,0	18,6	22,1	164°. 15'	9	3,3

Table XII
2e Equation du soleil

haut. du ☉	arc A 13° 0	13° 30'	14° 0'	14° 30	15° 0	15° 30	16° 0
arc A (bas)	167° 0'	166° 30	166° 0'	165° 30	165° 0'	164° 30	164° 0'
6°. 0'	4",0	3",9	3",7	3",6	3",4	3",3	3",2
30	4,3	4,2	4,0	3,9	3,7	3,6	3,5
7. 0	4,6	4,5	4,3	4,2	4,0	3,9	3,7
30	4,9	4,8	4,6	4,5	4,3	4,2	4,0
8. 0	5,3	5,1	4,9	4,8	4,6	4,5	4,3
30	5,6	5,4	5,2	5,0	4,8	4,7	4,5
9. 0	6,0	5,8	5,5	5,3	5,1	5,0	4,8
30	6,3	6,1	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0
10. 0	6,6	6,4	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3
30	6,9	6,7	6,4	6,2	6,0	5,8	5,6
11°. 0'	7",3	7,0	6",7	6",5	6",3	6,1	5",9
30	7,6	7,3	7,0	6,8	6,6	6,4	6,1
12. 0	8,0	7,7	7,3	7,1	6,9	6,7	6,4
30	8,3	8,0	7,6	7,4	7,1	6,9	6,6
13. 0	8,6	8,3	8,0	7,7	7,4	7,2	6,9
30		8,6	8,3	8,0	7,7	7,4	7,1
14. 0			8,5	8,3	8,0	7,7	7,4
30				8,5	8,3	8,0	7,7
15. 0					8,5	8,3	8,0
30						8,5	8,3
16. 0							8,5

Table X — Nombres constans C

haut.	C
6°. 20'	54",0
25	54,1
30	54,2
35	54,3
40	54,4
50	54,5
55	54,6
7°. 5'	54,7
15	54,8
20	54,9
7°. 30'	55",0
35	55,1
45	55,2
50	55,3
55	55,4
8°. 5'	55,5
10	55,6
20	55,7
30	55,8
40	55,9
9°. 0'	56",0
10	56,1
30	56,2
40	56,3
10° 0'	56,4
20	56,5
40	56,6
11° 0'	56,7
20'	56,8
40	56,9
12° 0'	57",0
45	57,1
13°. 15'	57,2
45	57,3
14° 0'	57,3
15° 0'	57,4
16° 0'	57,5
17° 0'	57,6
18° 0'	57,7
20° 0'	57,8
22°. 0'	57,9

Table XI — Equation de l'Etoile ou 1.re Equation du soleil

Arc A	C 54"	C 55"	C 56"	C 57"	Arc A	Dixième de C	
15° 50'	3'. 10",4	3'. 13",9	3'. 17",5	3'. 21",0	10'		
55	9,4	12,9	16,4	19,9	5	1	0",3
16°. 0'	8,3	11,8	15,3	18,8	164° 0'	2	0,7
5	7,3	10,8	14,2	17,7	55	3	1,0
10	6,3	9,7	13,2	16,6	50	4	1,4
15	5,3	8,7	12,1	15,6	45	5	1,7
20	4,3	7,7	11,1	14,5	40	6	2,1
25	3,3	6,7	10,1	13,5	35	7	2,4
30	2,3	5,7	9,1	12,4	30	8	2,7
35	1,3	4,7	8,1	11,4	163° 25'	9	3,1
16°. 40'	3'. 0",3	3'. 3",7	3'. 7",1	3'. 10",4	20'		
45	2'. 59",4	2,7	6,1	9,4	15	1	0",3
50	58,5	1,8	5,1	8,4	10	2	0,7
55	57,5	0,8	4,1	7,4	5	3	1,0
17°. 0	56,6	2'. 59",9	3,2	6,4	163°. 0	4	1,3
5	55,7	59,0	2,2	5,5	55	5	1,6
10	54,8	58,0	1,3	4,5	50	6	2,0
15	53,9	57,1	0,4	3,6	45	7	2,3
20	53,0	56,2	2'. 59",4	2,6	40	8	2,6
25	52,1	55,3	58,5	1,7	162°. 35'	9	2,9
17°. 30	2'. 51",3	2'. 54",4	2'. 57",6	3'. 0",8	30'		
35	50,4	53,5	56,7	2'. 59",9	25	1	0",3
40	49,5	52,6	55,8	59,0	20	2	0,6
45	48,7	51,8	55,0	58,1	15	3	0,9
50	47,9	51,0	54,1	57,2	10	4	1,2
55	47,0	50,1	53,2	56,3	5	5	1,6
18°. 0'	46,2	49,3	52,4	55,4	162°. 0'	6	1,9
5	45,4	48,4	51,5	54,6	55	7	2,2
10	44,6	47,6	50,7	53,7	50	8	2,5
15	43,8	46,8	49,8	52,9	161. 45'	9	2,8
18°. 20	2'. 43",0	2'. 46",0	2'. 49",0	2'. 52",0	40'		
25	42,2	45,2	48,2	51,2	35	1	0",3
30	41,4	44,4	47,4	50,4	30	2	0,6
35	40,6	43,6	46,6	49,5	25	3	0,9
40	39,8	42,8	45,8	48,7	20	4	1,2
45	39,1	42,0	45,0	47,9	15	5	1,5
50	38,3	41,3	44,2	47,1	10	6	1,8
55	37,6	40,5	43,3	46,3	5	7	2,0
19°. 0'	36,8	39,7	42,6	45,5	161°. 0'	8	2,3
5	36,1	39,0	41,9	44,8	160°. 55'	9	2,6
19°. 10'	2'. 35",4	2'. 38",2	2'. 41",1	2'. 44",0	50'		
15	34,6	37,5	40,3	43,2	45	1	0",3
20	33,9	36,8	39,6	42,5	40	2	0,6
25	33,2	36,0	38,9	41,7	35	3	0,8
30	32,5	35,3	38,2	41,0	30	4	1,1
35	31,8	34,6	37,4	40,2	25	5	1,4
40	31,1	33,9	36,7	39,5	20	6	1,7
45	30,4	33,2	36,0	38,8	15	7	2,0
50	29,7	32,5	35,3	38,0	10	8	2,2
55	29,0	31,8	34,6	37,3	160°. 5'	9	2,5
20°. 0'	2'. 28",4	2'. 31",1	2'. 33",9	2'. 36",6	160°. 0'		
10	27,1	29,8	32,5	35,2	50	1	0",3
20	25,7	28,4	31,1	33,8	40	2	0,5
30	24,4	27,1	29,8	32,4	30	3	0,8
40	23,2	25,8	28,5	31,1	20	4	1,0
50	21,9	24,5	27,2	29,8	10	5	1,3
21°. 0'	20,7	23,3	25,9	28,5	159°. 0'	6	1,6
10	19,5	22,1	24,6	27,2	50	7	1,8
20	18,3	20,8	23,4	25,9	40	8	2,1
30	17,1	19,6	22,2	24,7	158°. 30	9	2,3.

Table XII — 2.e Equation du soleil

haut. du ☉	Arc A 16° 0'	17° 0'	18° 0'	19° 0'	20° 0'	21° 0'	22° 0'
6°.0'	3",2	3",0	2",8	2",7	2",5	2",4	2",3
7.0	3,7	3,5	3,3	3,1	2,9	2,8	2,7
8.0	4,3	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,1
9.0	4,8	4,5	4,2	4,0	3,8	3,6	3,5
10.0	5,3	5,0	4,7	4,4	4,2	4,0	3,8
11.0	5,9	5,5	5,2	4,9	4,6	4,4	4,2
12.0	6,4	6,0	5,6	5,3	5,0	4,8	4,6
13.0	6,9	6,5	6,1	5,7	5,4	5,2	4,9
14.0	7,4	7,0	6,6	6,2	5,8	5,6	5,3
15.0	8,0	7,5	7,0	6,6	6,3	6,0	5,7
16°.0'	8",5	8",0	7",5	7",1	6",9	6",4	6",1
17.0		8,5	7,9	7,5	7,1	6,8	6,5
18.0			8,4	8,0	7,5	7,2	6,8
19.0				8,4	7,9	7,6	7,2
20.0					8,3	8,0	7,6
21.0						8,3	7,9
22.0							8,2
haut. du ☉	164° 0'	163° 0'	162° 0'	161° 0'	160° 0'	159° 0'	158° 0'
	Arc A						

Table X — Nombres Constans C

haut.	C
6° 20'	54",0
25	54,1
30	54,2
35	54,3
40	54,4
50	54,5
55	54,6
7° 5'	54,7
15	54,8
20	54,9
7°. 30	55",0
35	55,1
45	55,2
50	55,3
55	55,4
8°. 5'	55,5
10	55,6
20	55,7
30	55,8
40	55,9
9°. 0'	56",0
10	56,1
30	56,2
40	56,3
10°. 0'	56,4
20	56,5
40	56,6
11°. 0'	56,7
20	56,8
40	56,9
12°. 0	57",0
45	57,1
13°. 15'	57,2
45	57,3
14°. 0'	57,3
15 . 0	57,4
16 . 0	57,5
17 . 0	57,6
18 . 0	57,7
20 . 0	57,8
22°. 0	57,9
24 . 0	58,0
28 . 0	58,1
35 . 0	58,2

Table XI — Equation de l'Etoile ou 1.re Equation du soleil

Arc A	C 54"	C 55"	C 56"	C 57"	C 58"	Arc A	Dixième de C	
21°. 40'	2'. 15",9	2'. 18",4	2'. 21",0	2'. 23",5		20'		
50	14,8	17,3	19,8	22,3		10	1	0",2
22°. 0	13,7	16,1	18,6	21,1		158°. 0'	2	0,5
10	12,5	15,0	17,5	19,9		50	3	0,7
20	11,4	13,9	16,3	18,8		40	4	1,0
30	10,4	12,8	15,2	17,6		30	5	1,2
40	9,3	11,7	14,1	16,5		20	6	1,4
50	8,3	10,6	13,0	15,4		10	7	1,7
23°. 0	7,2	9,6	11,9	14,3		157°. 0'	8	1,9
10	6,2	8,6	10,9	13,2		156°. 50	9	2,2
23°. 20'	2'. 5",2	2'. 7",5	2'. 9",8	2'. 12",1		40'		
30	4,2	6,5	8,8	11,1		30	1	0",2
40	3,2	5,5	7,8	10,1		20	2	0,4
50	2,2	4,5	6,8	9,0		10	3	0,7
24°. 0'	1,3	3,5	5,8	8,0	2'. 10",3	156°. 0'	4	0,9
10	2'. 0",3	2,6	4,8	7,0	9,3	50	5	1,1
20	1'. 59",4	1,6	3,8	6,0	8,3	40	6	1,3
30	58,5	0,7	2,9	5,1	7,3	30	7	1,6
40	57,6	1'. 59",8	2,0	4,1	6,3	20	8	1,8
50	56,7	58,8	1,0	3,2	5,3	155°. 10	9	2,0
25°. 0'	1'. 55",8	1'. 57",9	2'. 0",1	2'. 2",2	2'. 4",4	155°. 0		
10	55,0	57,1	1'. 59",2	1,3	3,4	50	1	0",2
20	54,1	56,2	58,3	0,4	2,5	40	2	0,4
30	53,2	55,3	57,4	1'. 59",5	1,6	30	3	0,6
40	52,4	54,5	56,5	58,6	0,7	20	4	0,8
50	51,5	53,6	55,7	57,7	1'. 59",8	10	5	1,0
26°. 0'	50,7	52,8	54,8	56,9	58,9	154°. 0	6	1,2
10	49,9	51,9	54,0	56,0	58,0	50	7	1,4
20	49,1	51,1	53,1	55,2	57,2	40	8	1,6
30	48,3	50,3	52,3	54,3	56,3	30	9	1,8
26° 40'	1'. 47",5	1'. 49",5	1'. 51",5	1'. 53",5	1'. 55",5	20'		
50	46,7	48,7	50,7	52,7	54,7	10	1	0",2"
27°. 0'	46,0	47,9	49,9	51,9	53,8	153°. 0'	2	0,4
10	45,2	47,2	49,1	51,1	53,0	50	3	0,6
20	44,5	46,4	48,4	50,3	52,2	40	4	0,8
30	43,7	45,7	47,6	49,5	51,4	30	5	1,0
40	43,0	44,9	46,8	48,7	50,6	20	6	1,2
50	42,3	44,2	46,1	48,0	49,9	10	7	1,3
28°. 0'	41,6	43,4	45,3	47,2	49,1	152°. 0'	8	1,5
10	40,9	42,7	46,6	46,5	48,3	151°. 50'	9	1,7
28° 20'	1'. 40",2	1'. 42",0	1'. 43",9	1'. 45",7	1'. 47",6	40'		
30	39,5	41,3	43,1	45,0	46,8	30	1	0",2
40	38,8	40,6	42,4	44,3	46,1	20	2	0,4
50	38,1	39,9	41,7	43,5	45,4	10	3	0,5
29° 0'	37,4	39,2	41,0	42,8	44,6	151°. 0'	4	0,7
10	36,8	38,5	40,3	42,1	43,9	50	5	0,9
20	36,1	37,9	39,7	41,4	43,2	40	6	1,1
30	35,5	37,2	39,0	40,7	42,5	30	7	1,2
40	34,8	36,6	38,3	40,0	41,8	20	8	1,4
50	34,2	35,9	37,7	39,4	41,1	150°. 10'	9	1,6
30° 0'	1'. 33",5	1'. 35",3	1'. 37",0	1'. 38",7	1'. 40",5	150°. 0'		
20	32,3	34,0	35,7	37,4	39,1	40	1	0",2
40	31,1	32,8	34,4	36,1	37,8	20	2	0,3
31° 0'	29,9	31,5	33,2	34,9	36,5	149°. 0'	3	0,5
20	28,7	30,3	32,0	33,6	35,3	40	4	0,6
40	27,5	29,2	30,8	32,4	34,0	20	5	0,8
32° 0'	26,4	28,0	29,6	31,2	32,8	148° 0'	6	1,0
20	25,3	26,9	28,5	30,1	31,6	40	7	1,1
40	24,2	25,8	27,3	28,9	30,5	20	8	1,3
33° 0	23,2	24,7	26,2	27,8	29,3	147° 0	9	1,4

Table XII — 2.e Equation du soleil

haut. du ☉	Arc A 22° 0'	24° 0'	26° 0'	28° 0'	30° 0'	32° 0'	34° 0'
6°	2",3	2",1	1",9	1",7	1",6	1",5	1",4
7	2,7	2",4	2,2	2,0	1,9	1,7	1,6
8	3,1	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8
9	3,5	3,2	2,8	2,6	2,4	2,2	2,1
10	3,8	3,5	3,1	2,9	2,6	2,4	2,3
11	4,2	3,8	3,4	3,2	2,9	2,7	2,5
12	4,6	4,1	3,7	3,5	3,2	3,0	2,8
13	4,9	4,4	4,1	3,8	3,5	3,2	3,0
14	5,3	4,8	4,4	4,1	3,7	3,4	3,2
15	5,7	5,2	4,7	4,4	4,0	3,7	3,4
16	6,1	5,5	5,0	4,6	4,2	3,9	3,6
17°	6",5	5",8	5",3	4",9	4",5	4",2	3",9
18	6,8	6,1	5,6	5,2	4,7	4,4	4,1
19	7,2	6,5	6,0	5,5	5,0	4,6	4,3
20	7,6	6,8	6,3	5,7	5,2	4,8	4,5
22	8,2	7,4	6,8	6,2	5,7	5,3	4,9
24		8,0	7,4	6,7	6,1	5,8	5,4
26			7,9	7,3	6,6	6,2	5,8
28				7,8	7,1	6,7	6,2
30					7,6	7,1	6,6
32						7,5	7,0
34							7,3
haut. du ☉	158° 0'	156° 0'	154° 0'	152° 0'	150° 0'	148° 0'	146° 0'
	Arc A						

Table X — Nombres Constants C

haut	C
6°. 20'	54", 0
25	54, 1
30	54, 2
35	54, 3
40	54, 4
50	54, 5
55	54, 6
7°. 5'	54, 7
15	54, 8
20	54, 9
7°. 30'	55", 0
35	55, 1
45	55, 2
50	55, 3
55	55, 4
8°. 5'	55, 5
10	55, 6
20	55, 7
30	55, 8
40	55, 9
9°. 0'	56", 0
10	56, 1
30	56, 2
40	56, 3
10°. 0	56, 4
20	56, 5
40	56, 6
11°. 0'	56, 7
20	56, 8
40	56, 9
12°. 0'	57", 0
45	57, 1
13. 15	57, 2
45	57, 3
14°. 0'	57, 3
15°. 0'	57, 4
16°. 0	57, 5
17°. 0	57, 6
18°. 0	57, 7
20° 0	57, 8
22°. 0'	57", 9
24, 0	58, 0
28. 0	58, 1
35. 0	58, 2
50. 0	58, 3
90. 0	58, 3

Table XI — Equation de l'Etoile ou 1.re Equation du Soleil

Arc A	C 54"	C 55"	C 56"	C 57"	C 58"	Arc A	Dixième de C	
33°. 20'	1'. 22",1	1'. 23",6	1'. 25",1	1'. 26",8	1'. 28",2	40'		
40	21,1	22,6	24,1	25,6	27,1	20	1	0",1
34°. 0'	20,1	21,5	23,0	24,5	26,0	146°. 0'	2	0,3
20	19,1	20,5	22,0	23,5	24,9	40	3	0,4
40	18,1	19,5	21,0	22,4	23,9	20	4	0,6
35°. 0'	17,1	18,5	20,0	21,4	22,8	145°. 0	5	0,7
20	16,2	17,6	19,0	20,4	21,8	40	6	0,8
40	15,2	16,6	18,0	19,4	20,8	20	7	1,0
36°. 0'	14,3	15,7	17,1	18,5	19,8	144°. 0	8	1,1
20	13,4	14,8	16,1	17,5	18,9	143°. 40	9	1,3
36°. 40'	1'. 12",5	1'. 13",9	1'. 15",2	1'. 16,6	1'. 17",9	20'		
37°. 0'	11,7	13,0	14,3	15,6	17,0	143°. 0'	1	0",1
20	10,8	12,1	13,4	14,7	16,0	40	2	0,2
40	10,0	11,2	12,5	13,8	15,1	20	3	0,4
38° 0'	9,1	10,4	11,7	13,0	14,2	142°. 0'	4	0,5
20	8,3	9,6	10,8	12,1	13,4	40	5	0,6
40	7,5	8,7	10,0	11,2	12,5	20	6	0,7
39° 0'	6,7	7,9	9,2	10,4	11,7	141° 0'	7	0,9
20	5,9	7,1	8,3	9,6	10,8	40	8	1,0
40	5,1	6,3	7,5	8,7	9,9	140°. 20'	9	1,1
40°. 0'	1'. 4",4	1'. 5",5	1. 6",7	1'. 7",9	1'. 9",1	140°. 0'		
20	3,6	4,8	6,0	7,1	8,3	40	1	0",1
40	2,9	4,0	5,2	6,3	7,5	20	2	0,2
41°. 0'	2,1	3,3	4,5	5,6	6,7	139°. 0'	3	0,3
20	1,4	2,5	3,7	4,8	5,9	40	4	0,4
40	0,7	1,8	2,9	4,1	5,2	20	5	0,6
42°. 0'	1' 0",0	1,1	2,2	3,3	4,4	138°. 0'	6	0,7
20	0'. 59",3	0,4	1,5	2,6	3,7	40	7	0,8
40	58,6	0' 59",7	0,8	1,8	2,9	20	8	0,9
43°. 0	57,9	59,0	0,1	1,1	2,2	137°. 0'	9	1,0
43°. 20'	0'. 57",2	0, 58",3	0'. 59",4	1' 0",4	1'. 1",5	40'		
40	56,6	57,6	58,7	0'. 59",7	0,8	20	1	0",1
44°. 0'	55,9	56,9	58,0	59,0	0,1	136° 0'	2	0,2
20	55,3	56,3	57,3	58,3	0'. 59,4	40	3	0,3
40	54,6	55,5	56,7	57,7	58,7	20	4	0,4
45° 0'	54",0	55,0	56,0	57,0	58,0	135°. 0	5	0,5
20	53,4	54,4	55,4	56,4	57,3	40	6	0,6
40	52,8	53,7	54,7	55,7	56,7	20	7	0,7
46° 0'	52,2	53,1	54,1	55,1	56,0	134°. 0'	8	0,8
20	51,6	52,5	53,5	54,4	55,3	133°. 40'	9	0,9
46°. 40'	0'. 51",0	0'. 51",9	0'. 52",8	0'. 53",8	0'. 54,7	20'		
47. 0	50,4	51,3	52,2	53,2	54,1	133°. 0'	1	0",1
20	49,8	50,7	51,6	52,5	53,5	40	2	0,2
40	49,2	50,1	51,0	51,9	52,8	20	3	0,3
48°. 0'	48,7	49,6	50,4	51,3	52,2	132°. 0'	4	0,3
20	48,1	48,0	49,8	50,7	51,7	40	5	0,4
40	47,6	48,4	49,3	50,1	51,0	20	6	0,5
49°. 0'	47,0	47,8	48,7	49,5	50,4	131°. 0'	7	0,6
20	46,4	47,2	48,1	49,0	49,8	40	8	0,7
40	45,9	46,7	47,6	48,4	49,2	130°. 20'	9	0,8
50°. 0'	0'. 45,3	0', 46",1	0'. 47",0	0'. 47",8	0'. 47",7	130°. 0'		
30	44,5	45,3	46,2	47,0	47,8	30	1	0",1
51°. 0'	43,7	44,5	45,4	46,2	47,0	129°. 0'	2	0,2
30	42,9	43,7	44,5	45,3	46,1	30	3	0,2
52° 0'	42,2	43,0	43,8	44,5	45,3	128°. 0'	4	0,3
30	41,4	42,2	43,0	43,7	44,5	30	5	0,4
53° 0'	40,7	41,4	42,2	43,0	43,7	127°. 0'	6	0,5
30	39,9	40,7	41,4	42,2	42,0	30	7	0,5
54° 0'	39,2	40,0	40,7	41,4	41,1	126°. 0'	8	0,6
30	38,5	39,3	40,0	40,6	41,3	125°. 30'	9	0,7

Table XII — 2.e Equation du soleil

haut du ⊙	Arc A 34° 0'	36° 0'	38° 0'	40° 0'	45° 0'	50° 0'	55° 0'
6°	1",4	1",3	1",2	1",1	0",9	0",8	0",6
7°	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	0,9	0,7
8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,2	1,0	0,8
9	2,1	1,9	1,8	1,6	1,4	1,1	0,9
10	2,3	2,1	2,0	1,8	1,5	1,3	1,1
11	2,5	2,4	2,2	2,0	1,7	1,4	1,2
12	2,8	2,6	2,4	2,2	1,8	1,5	1,3
13	3,0	2,8	2,6	2,4	2,0	1,7	1,4
14	3,2	3,0	2,7	2,5	2,1	1,8	1,5
15	3,4	3,2	2,9	2,7	2,3	1,9	1,6
16	3,6	3,4	3,1	2,9	2,4	2,0	1,7
17°	3",9	3",6	3",3	3",1	2",6	2",2	1",8
18	4,1	3,8	3,5	3,2	2,7	2,3	1,9
19	4,3	4,0	3,7	3,4	2,9	2,4	2,0
20	4,5	4,2	3,9	3,6	3,0	2,5	2,1
21	4,7	4,4	4,1	3,8	3,2	2,6	2,2
22	4,9	4,6	4,3	4,0	3,3	2,7	2,3
23	5,2	4,8	4,5	4,2	3,5	2,9	2,4
24	5,4	5,0	4,6	4,3	3,6	3,0	2,5
25	5,6	5,2	4,8	4,5	3,8	3,1	2,6
26	5,8	5,4	5,0	4,6	3,9	3,2	2,7
27	6,0	5,6	5,2	4,8	4,0	3,4	2,8
28°	6",2	5",7	5",3	4",9	4",1	3",5	2",9
29	6,4	5,9	5,4	5,1	4,3	3,6	3,0
30	6,6	6,1	5,6	5,2	4,4	3,7	3,1
32	7,0	6,5	6,0	5,5	4,7	3,9	3,3
34	7,3	6,8	6,3	5,8	4,9	4,1	3,6
36		7,1	6,6	6,1	5,2	4,3	3,8
38			6,9	6,4	5,4	4,5	3,9
40				6,7	5,7	4,7	4,0
45					6,2	5,2	4,4
50						5,7	4,7
55							5,1
haut du ⊙	146° 0'	144° 0'	142° 0'	140° 0'	135° 0'	130° 0'	125° 0'
	Arc A						

Table X — Nombres Constans C

haut	C
6°. 20'	54", 0'
25	54, 1
30	54, 2
35	54, 3
40	54, 4
50	54, 5
55	54, 6
7°. 5'	54, 7
15	54, 8
20	54, 9
7°. 30'	55", 0
35	55, 1
45	55, 2
50	55, 3
55	55, 4
8°. 5'	55, 5
10	55, 6
20	55, 7
30	55, 8
40	55, 9
9°. 0'	56", 0
10	56, 1
30	56, 2
40	56, 3
10°. 0'	56, 4
20	56, 5
40	56, 6
11°. 0	56, 7
20	56, 8
40	56, 9
12°. 0'	57", 0
45	57, 1
13°. 15	57, 2
45	57, 3
14°. 0'	57, 3
15 . 0	57, 4
16 . 0	57, 5
17 . 0	57, 6
18 . 0	57, 7
20 . 0	57, 8
22°. 0'	57", 9
24 . 0	58, 0
28 . 0	58, 1
35 . 0	58, 2
50 . 0	58, 3
90 . 0	58, 3

Table XI — Equation de l'Etoile ou 1.re Equation du Soleil

Arc A	C 54"	C 55"	C 56"	C 57"	C 58"	Arc A	Dixième de C	
55°. 0'	0'. 37",8	0'. 38",5	0'. 39",2	0'. 39",9	0'. 40",6	125°. 0'		
30	37,1	37,8	38,5	39,2	39,9	30	1	0",1
56°. 0'	36,4	37,1	37,8	38,4	39,1	124°. 0'	2	0,1
30	35,7	36,4	37,1	37,7	38,4	30	3	0,2
57°. 0'	35,1	35,7	36,4	37,0	37,6	123°. 0'	4	0,2
30	34,4	35,0	35,7	36,3	36,9	30	5	0,3
58°. 0'	33,7	34,4	35,0	35,6	36,2	122°. 0'	6	0,4
30	33,1	33,7	34,3	34,9	35,5	30	7	0,4
59°. 0'	32,5	33,0	33,7	34,2	34,8	121°. 0'	8	0,5
30	31,8	32,4	33,0	33,5	34,1	120°. 30'	9	0,5
60°. 0'	0'. 31",2	0'. 31",8	0'. 32",3	0'. 32",9	0'. 33",5	120°. 0'		
30	30,6	31,1	31,6	32,2	32,8	30	1	0",0
61°. 0'	29,9	30,5	31,0	31,6	32,1	119°. 0'	2	0,1
30	29,3	29,9	30,4	30,9	31,4	30	3	0,2
62°. 0'	28,7	29,2	29,8	30,3	30,8	118. 0	4	0,2
30	28,1	28,6	29,1	29,6	30,2	30	5	0,3
63°. 0'	27,5	28,0	28,5	29,0	29,6	117°. 0'	6	0,3
30	26,9	27,4	27,9	28,4	29,0	30	7	0,4
64°. 0'	26,3	26,8	27,3	27,8	28,4	116°. 0'	8	0,4
30	25,8	26,2	26,7	27,2	27,7	115°. 30'	9	0,5
65°. 0'	0'. 25",2	0'. 25",6	0'. 26",1	0'. 26",6	0'. 27,1	115°. 0'		
30	24,6	25,0	25,5	26,0	26,4	30	1	0",0
66°. 0'	24,0	24,4	24,9	25,4	25,8	114°. 0'	2	0,1
30	23,5	23,9	24,3	24,8	25,2	30	3	0,1
67°. 0'	22,9	23,3	23,8	24,2	24,6	113°. 0'	4	0,1
30	22,4	22,8	23,2	23,6	24,0	30	5	0,2
68°. 0'	21,8	22,2	22,6	23,0	23,4	112°. 0'	6	0,2
30	21,3	21,6	22,0	22,4	22,8	30	7	0,3
69°. 0	20,7	21,1	21,5	21,8	22,2	111°. 0'	8	0,3
30	20,2	20,6	21,0	21,3	21,7	110°. 30'	9	0,4
70°. 0'	0'. 19",7	0'. 20",0	0'. 20",4	0'. 20",7	0'. 21",1	110°. 0'		
30	19,1	19,4	19,8	20,1	20,5	30	1	0",0
71°. 0'	18,6	18,9	19,3	19,6	20,0	109. 0'	2	0,1
30	18,0	18,4	18,7	19,0	19,4	30	3	0,1
72. 0'	17,5	17,9	18,2	18,5	18,9	108°. 0'	4	0,1
30	17,0	17,4	17,7	18,0	18,4	30	5	0,2
73. 0'	16,5	16,8	17,1	17,5	17,8	107. 0'	6	0,2
30	16,0	16,3	16,6	16,9	17,3	30	7	0,2
74. 0'	15,5	15,8	16,1	16,4	16,7	106°. 0'	8	0,3
30	15,0	15,2	15,5	15,8	16,1	105°. 30'	9	0,3
75°. 0'	0'. 14",5	0'. 14",7	0'. 15",0	0'. 15",3	0'. 15",6	105°. 0'		
30	14,0	14,2	14,5	14,8	15,1	30	1	0",0
76°. 0'	13,5	13,7	14,0	14,2	14,5	104°. 0'	2	0,0
30	13,0	13,2	13,4	13,7	14,0	30	3	0,1
77°. 0'	12,5	12,7	12,9	13,2	13,4	103. 0'	4	0,1
30	12,0	12,2	12,4	12,6	12,8	30	5	0,1
78. 0'	11,5	11,7	11,9	12,1	12,3	102°. 0'	6	0,1
30	11,0	11,2	11,4	11,6	11,8	30	7	0,1
79°. 0'	10,5	10,7	10,9	11,1	11,3	101°. 0'	8	0,2
80. 0	9,5	9,7	9,9	10,0	10,2	100°. 0	9	0,2
81°. 0'	0'. 8",6	0'. 8",7	0'. 8",9	0'. 9",0	0'. 9",2	99°. 0'		
82. 0	7,6	7,7	7,9	8,0	8,1	98°. 0	1	0",0
83. 0	6,6	6,7	6,9	7,0	7,1	97°. 0	2	0,0
84. 0	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	96. 0	3	0,0
85. 0	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	95. 0	4	0,0
86. 0	3,8	3,8	3,9	4,0	4,1	94. 0	5	0,1
87. 0	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	93. 0	6	0,1
88. 0	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	92. 0	7	0,1
89°. 0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	91. 0	8	0,1
90. 0	0,0	0,0	0,0	0.0	0,0	90. 0	9	0,1

Table XII — 2.e Equation du soleil

haut du ⊙	Arc A 55°. 0'	60°. 0'	65°. 0'	70°. 0	75°. 0	80°. 0'	90°. 0'
6°. 0'	0",7	0",5	0",4	0",3	0",2	0",2	0",0
8. 0	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,0
10. 0	1,1	0,9	0,7	0,6	0,4	0,3	0,0
12. 0	1,3	1,1	0,9	0,7	0,5	0,3	0,0
14. 0	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,0
16. 0	1,7	1,4	1,1	0,9	0,7	0,5	0,0
18. 0	1,9	1,6	1,3	1,0	0,8	0,5	0,0
20. 0	2,1	1,7	1,4	1,1	0,9	0,6	0,0
22. 0	2,3	1,9	1,5	1,2	1,0	0,7	0,0
24°. 0'	2",5	2",1	1",7	1",3	1",0	0",7	0",0
26, 0	2,7	2,3	1,8	1,4	1,1	0,7	0,0
28. 0	2,9	2,4	1,9	1,5	1,1	0,8	0,0
30. 0	3,1	2,6	2,1	1,6	1,2	0,8	0,0
32. 0	3,3	2,7	2,2	1,7	1,3	0,8	0,0
34. 0	3,5	2,9	2,3	1,8	1,3	0,9	0,0
36. 0	3,7	3,0	2,5	1,9	1,4	0,9	0,0
38. 0	3,9	3,2	2,6	2,0	1,5	1,0	0,0
40. 0	4,0	3,4	2,7	2,1	1,6	1,1	0,0
45°. 0	4",4	3",6	2",9	2",3	1",7	1",2	0",0
50. 0	4,8	3,9	3,1	2,5	1,8	1,3	0,0
55. 0	5,1	4,2	3,3	2,6	1,9	1,3	0,0
60. 0		4,4	3,5	2,7	2,0	1,4	0,0
65. 0			3,7	2,9	2,1	1,4	0,0
70. 0				3,0	2,2	1,5	0,0
75. 0					2,3	1,5	0,0
80. 0						1,5	0,0
90. 0							0,0
haut du ⊙	125°. 0'	120°. 0'	115°. 0'	110°. 0'	105°. 0'	100°. 0'	90°. 0'
	Arc A						

Table XIII

Baromètre			Thermomètre			
Mètres	Pieds	Facteurs	Centigrade	Réaumur	Farenheit	Facteurs
0,710	26P. 2,76	− 6,6	− 16°	− 12,8	3°,2	+ 10,9
0,712	3,60	6,3	14	11,2	6,8	10,0
0,714	4,56	6,1	12	9,6	10,4	9,1
0,716	5,40	5,8	11	8,8	12,2	8,7
0,718	6,24	5,5	10	8,0	14,0	8,2
0,720	26. 7,20	− 5,3	− 9	− 7,2	15,8	+ 7,7
0,722	8,04	5,0	8	6,4	17,6	7,3
0,724	9,00	4,7	7	5,6	19,4	6,9
0,726	9,84	4,5	6	4,8	21,2	6,4
0,728	10,68	4,2	5	4,0	23,0	6,0
0,730	26. 11,64	− 4,0	− 4	− 3,2	24,8	+ 5,6
0,732	27. 0,48	3,7	3	2,4	26,6	5,2
0,734	1,32	3,4	2	1,6	28,4	4,8
0,736	2,28	3,2	1	0,8	30,2	4,4
0,738	3,12	2,9	∓ 0	∓ 0,0	32,0	4,0
0,740	27. 4,08	− 2,7	+ 1	+ 0,8	33,8	+ 3,5
0,742	4,92	2,4	2	1,6	35,6	3,1
0,744	5,76	2,1	3	2,4	37,4	2,7
0,746	6,72	1,9	4	3,2	39,2	2,3
0,748	7,56	1,6	5	4,0	41,0	1,9
0,750	27. 8,52	− 1,3	+ 6	+ 4,8	42,8	+ 1,5
0,752	9,36	1,1	7	5,6	44,6	1,2
0,754	10,20	0,8	8	6,4	46,4	0,8
0,756	11,16	0,5	9	7,2	48,2	0,4
0,758	28. 0,00	0,3	10	8,0	50,0	± 0,0
0,760	28. 0,96	∓ 0,0	+ 11	+ 8,8	51,8	− 0,4
0,762	1,80	0,3	12	9,6	53,6	0,8
0,764	2,64	0,5	13	10,4	55,4	1,1
0,766	3,60	0,8	14	11,2	57,2	1,5
0,768	4,44	1,0	15	12,0	59,0	1,9
0,770	28. 5,28	+ 1,3	+ 16	+ 12,8	60,8	− 2,3
0,772	6,24	1,6	17	13,6	62,6	2,6
0,774	7,08	1,8	18	14,4	64,4	2,9
0,776	8,04	2,1	20	16,0	68,0	3,6
0,778	8,88	2,3	22	17,6	71,6	4,4
0,780	28. 9,72	+ 2,6	+ 24	+ 19,2	75,2	− 5,1
0,782	10,68	2,9	26	20,8	78,8	5,8
0,784	11,52	3,1	30	24,0	86,0	7,1
0,786	29 0,48	3,4	35	28 0	95,0	8,9
0,788	1,32	3,7	40	32,0	104,0	10,7

Table XIV

	Facteur ± F									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
0'. 0"	0",0	0",0	0",0	0", 0",0	0",0	0",0	0",0	0",0	0",0	0",0
10	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
20	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
30	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0
40	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
50	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
1'. 0"	0",6	1",2	1",8	2",4	3",0	3",6	4",2	4",8	5",4	6",0
10	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0
20	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0
30	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0
40	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
50	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5	6,6	7,7	8,8	9,9	11,0
2'. 0"	1",2	2",4	3",6	4",8	6",0	7",2	8",4	9",6	10",8	12",0
10	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	13,0
20	1,4	2",8	4,2	5,6	7,0	8,4	9,8	11,2	12,6	14,0
30	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0
40	1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6	11,2	12,8	14,4	16,0
50	1,7	3,4	5,1	6,8	8,5	10,2	11,9	13,6	15,3	17,0
3'. 0"	1",8	3",6	5",4	7",2	9",0	10",8	12",6	14",4	16",2	18",0
10	1,9	3,8	5,7	7,6	9,5	11,4	13,3	15,2	17,1	19,0
20	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
30	2,1	4,2	6,3	8,4	10,5	12,6	14,7	16,8	18,9	21,0
40	2,2	4,4	6,6	8,8	11,0	13,2	15,4	17,6	19,8	22,0
50	2,3	4,6	6,9	9,2	11,5	13,8	16,1	18,4	20,7	23,0
4'. 0"	2",4	4",8	7",2	9",6	12",0	14",4	16",8	19",2	21",6	24",0
10	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0
20	2,6	5,2	7,8	10,4	13,0	15,6	18,2	20,8	23,4	26,0
30	2,7	5,4	8,1	10,8	13,5	16,2	18,9	21,6	24,3	27,0
40	2,8	5,6	8,4	11,2	14,0	16,8	19,6	22,4	25,2	28,0
50	2,9	5,8	8,7	11,6	14,5	17,4	20,3	23,2	26,1	29,0
5'. 0"	3,0	6",0	9",0	12",0	15",0	18",0	21",0	24",0	27,0	30",0
10	3,1	6,2	9,3	12,4	15,5	18,6	21,7	24,8	27,9	31,0
20	3,2	6,4	9,6	12,8	16,0	19,2	22,4	25,6	28,8	32,0
30	3,3	6,6	9,9	13,2	16,5	19,8	23,1	26,4	29,7	33,0
40	3,4	6,8	10,2	13,6	17,0	20,4	23,8	27,2	30,6	34,0
50	3,5	7,0	10,5	14,0	17,5	21,0	24,5	28,0	31,5	35,0
6'. 0'	3,6	7",2	10,8	14,4	18",0	21"6	25",2	28",8	32",4	36",0
10	3,7	7,4	11,1	14,8	18,5	22,2	25,9	29,6	33,3	37,0
20	3,8	7,6	11,4	15,2	19,0	22,8	26,6	30,4	34,2	38,0
30	3,9	7,8	11,7	15,6	19,5	23,4	27,3	31,2	35,1	39,0
40	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0	24,0	28,0	32,0	36,0	40,0
50	4,1	8,2	12,3	16,4	20,5	24,6	28,7	32,8	36,9	41,0
7'. 0"	4",2	8,4	12",6	16",8	21,0	25",2	29",4	33",6	37",8	42",0
10	4,3	8,6	12,9	17,2	21,5	25,8	30,1	34,4	38,7	43,0
20	4,4	8,8	13,2	17,6	22,0	26,4	30,8	35,2	39,6	44,0
30	4,5	9,0	13,5	18,0	22,5	27,0	31,5	36,0	40,5	45,0
40	4,6	9,2	13,8	18,4	23,0	27,6	32,2	36,8	41,4	46,0
50	4,7	9,4	14,1	18,8	23,5	28,2	32,9	37,6	42,3	47,0
8'. 0"	4",8	9",6	14,4	19",2	24,0	28",8	33",6	38",4	43",2	48",0
10	4,9	9,8	14,7	19,6	24,5	29,4	34,3	39,2	44,1	49,0
20	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0
30	5,1	10,2	15,3	20,4	25,5	30,6	35,7	40,8	45,9	51,0
40	5,2	10,4	15,6	20,8	26,0	31,2	36,4	41,6	46,8	52,0
50	5,3	10,6	15,9	21,2	26,5	31,8	37,1	42,4	47,7	53,0
9'. 0"	5",4	10",8	16,2	21"6	27",0	32,4	37,8	43",2	48",6	54",0
10	5",5	11,0	16,5	22,0	27,5	33,0	38,5	44,0	49,5	55,0
20	5,6	11,2	16,8	22,4	28,0	33,6	39,2	44,8	50,4	56,0
30	5,7	11,4	17,1	22,8	28,5	34,2	39,9	45,6	51,3	57,0
40	5,8	11,6	17,4	23,2	29,0	34,8	40,6	46,4	52,2	58,0
50	5,9	11,8	17,7	23,6	29,5	35,4	41,3	47,2	53,1	59,0

Table XV Argument de L'Accourcissement

hauteur Apparente du soleil ou de la lune

	6° 0'	6° 5'	6° 10'	6° 15'	6° 20'	6° 25	6° 30'	6° 35'	6° 40'	6° 45'	6° 50	6° 55'	7° 0'	
6° 0'	1000													174° 0'
6° 5'	994	1000												173. 55'
6° 10'	988	994	1000											173 50'
6° 15'	982	988	994	1000										173 45
6° 20'	976	982	988	994	1000									173 40
6° 25	971	977	983	989	994	1000								173° 35
6° 30	965	971	977	983	989	994	1000							173 30
6° 35	959	966	971	977	983	989	994	1000						173 25
6° 40	954	960	966	971	978	983	989	994	1000					173. 20
6° 45	948	955	960	966	972	978	984	989	995	1000				173. 15
6° 50'	943	949	955	961	967	972	978	984	989	995	1000			173° 10'
6° 55'	938	944	950	956	961	967	973	978	984	989	995	1000		173 5
7° 0'	933	939	945	950	956	962	968	973	979	984	990	995	1000	173. 0
7° 5'	927	934	939	945	951	957	962	968	974	979	984	990	995	172. 55'
7° 10'	922	928	934	940	946	952	957	963	968	974	979	984	990	172 50
7° 15'	917	923	929	935	941	947	952	958	963	969	974	979	985	172° 45'
7° 20	912	918	924	930	936	942	947	953	958	964	969	974	980	172 40
7° 25	907	913	919	925	931	937	942	948	953	959	964	969	975	172 35
7° 30	902	908	914	920	926	932	937	943	948	954	959	964	970	172 30
7° 35	897	903	909	915	921	927	932	938	944	949	954	960	965	172 25
7° 40'	893	899	905	910	916	922	928	933	939	944	949	955	960	172° 20'
7° 45	888	894	900	906	912	917	923	929	934	939	945	950	955	172 15
7° 50	883	889	895	901	907	913	918	924	929	935	940	945	951	172 10
7° 55	878	885	890	896	902	908	914	919	925	930	935	941	947	172 5
8° 0'	874	880	886	892	898	903	909	915	920	925	931	936	941	172 0
8° 10'	865	870	877	883	888	894	900	905	911	916	922	927	932	171° 50
8° 20'	856	862	868	874	880	885	891	897	902	907	913	918	923	171 40
8° 30'	847	853	859	865	871	877	882	888	893	899	904	909	915	171 30
8 40'	839	845	851	856	862	868	874	879	885	890	895	901	906	171 20
8° 50	830	836	842	848	854	860	865	871	876	882	887	892	898	171 10
9° 0'	822	828	834	840	846	851	857	862	868	873	879	884	889	171° 0
9° 20	806	812	818	824	830	835	841	847	852	857	863	868	873	170 40
9° 40	790	796	802	808	814	820	825	831	837	842	847	853	858	170 20
10° 0	775	781	787	793	799	805	810	816	822	827	832	838	843	170 0
10 30	754	760	766	772	777	783	789	794	800	805	811	816	821	169 30
11° 0	733	739	745	751	757	762	768	774	799	745	790	795	801	169° 0'
12	694	700	706	712	718	724	729	735	740	746	751	756	762	168
13	658	664	670	676	682	688	693	699	704	710	715	721	726	167
14	625	621	637	643	649	654	660	666	671	776	682	687	692	166
15	594	600	606	611	617	623	629	634	640	645	650	656	661	165
16.	564	570	576	582	588	594	599	605	610	616	621	626	632	164°
17	536	542	548	554	560	566	571	577	583	588	593	599	604	163
18	510	516	522	527	533	539	545	551	556	561	567	572	577	162
19	485	491	597	503	508	514	520	525	531	536	542	547	552	161
20.	461	467	473	479	484	490	496	501	507	512	518	523	528	160
22	415	422	428	434	439	445	451	456	462	467	473	478	483	158°
26	333	440	446	352	357	363	369	374	380	385	391	396	401	154
30	260	267	473	379	284	290	296	301	307	312	318	223	327	150
34	193	200	206	212	217	223	229	234	240	245	251	256	261	146
40	098	105	111	117	122	128	134	139	145	150	156	161	166	140
	6° 0'	6° 5'	6° 10'	6° 15	6° 20'	6° 25	6° 30	6° 35'	6° 40	6° 45	6° 50	6° 55'	7° 0'	

hauteur Apparente du soleil ou de la Lune

Table XV Argument de L'Accourcissement

hauteur Apparente de la Lune ou du soleil

	7° 5'	7° 10'	7° 15'	7° 20'	7° 25'	7° 30'	7° 35'	7° 40	7° 45'	7° 50	7° 55'	8° 0'	8° 10'	
7° 5'	1000													172° 55'
7° 10'	995	1000												172. 50
7° 15	990	995	1000											172. 45
7° 20	985	990	995	1000										172. 40
7 25	980	985	990	995	1000									172. 35
7 30	975	980	985	990	985	1000								172. 30
7 35	970	975	980	985	990	995	1000							172. 25
7° 40	965	970	975	981	985	990	995	1000						172° 20'
7 45	961	966	971	976	981	986	991	995	1000					172. 15
7 50	956	961	966	971	976	981	986	991	995	1000				172 10
7 55	951	956	961	966	971	976	981	986	991	995	1000			172 5
8° 0	947	952	957	962	967	972	977	981	986	991	995	1000		172 0
8° 10'	937	943	948	953	958	963	967	972	977	982	986	991	1000	171° 50'
8 20	929	934	939	944	949	954	959	963	968	973	977	982	991	171 40
8 30	920	925	930	935	940	945	950	955	959	964	969	973	982	171 30
8° 40	911	916	921	927	931	936	941	946	951	955	960	965	974	171 .20
8 . 50	903	908	913	918	923	928	933	938	942	947	952	956	965	171 10
9° 0'	895	900	905	910	915	920	925	929	934	939	944	948	957	171° 0'
9 20	879	884	889	894	899	904	909	913	918	923	927	932	941	170 40
9 40	863	868	873	878	883	888	893	898	903	907	912	917	926	170 20
10 0	848	853	858	863	868	873	878	883	888	892	897	902	911	170 0
10 30	826	832	837	842	846	851	856	861	866	871	875	880	889	169 30
11°	806	811	816	821	826	831	836	840	845	850	855	859	868	169° 0
12	767	772	777	782	787	792	797	802	806	811	816	820	829	168
13	731	736	741	746	751	756	761	766	770	775	779	784	793	167
14	698	703	708	713	718	723	728	732	737	742	746	751	760	166
15	666	671	676	682	686	691	696	702	707	711	716	721	730	165
16	637	642	647	652	657	662	667	672	676	681	686	690	699	164
17	609	614	619	624	629	634	639	644	649	653	658	662	672	163
18	583	588	593	598	603	608	613	617	622	627	631	636	645	162
19	557	563	568	573	578	582	587	592	597	602	606	611	620	161
20	533	538	543	549	553	558	560	568	573	577	582	587	596	160
22	488	493	498	503	508	513	518	523	527	532	537	541	551	158
26	406	411	416	421	426	431	436	441	446	450	455	460	469	154
30	333	338	343	348	353	358	363	368	372	377	382	386	396	150
34	265	271	276	281	286	290	295	300	305	310	314	319	328	146
40	171	176	181	186	191	196	201	205	210	215	219	224	233	140
48	077	084	089	094	099	104	109	114	119	123	128	133	142	
	7° 5'	7° 10'	7° 15'	7° 20'	7° 25	7° 30	7° 35	7° 40	7° 45'	7° 50'	7° 55'	8° 0'	8° 10	

hauteur Apparente du soleil ou de la Lune

Table XV Argument de L'Accourcissement

	Hauteur Apparente du soleil ou de la Lune													
	8° 20'	8° 30'	8° 40'	8° 50'	9° 0'	9° 20'	9° 40	10° 0'	10° 30'	11° 0'	12° 0	13° 0	14° 0'	
8° 20	1000													171° 40'
8 30	991	1000												171 30
8 40	983	991	1000											171 20
8 50	974	983	991	1000										171 10
9 0	966	975	983	992	1000									171 0
9° 20	950	959	967	976	984	1000								170° 40
9 40	935	943	952	960	968	985	1000							170 20
10° 0'	920	928	937	945	953	970	985	1000						170 0
10° 30	898	907	915	924	932	948	963	978	1000					169 30
11° 0'	877	886	894	903	911	927	943	958	978	1000				169 0
12 0'	838	847	856	864	872	888	904	919	941	961	1000			168° 0'
13	802	811	819	828	836	852	868	883	905	925	964	1000		167°
14	769	778	786	795	803	819	835	850	871	892	931	967	1000	166
15	739	747	756	764	772	789	804	818	840	861	899	935	969	165
16	708	717	726	734	742	758	773	789	811	831	870	906	939	164
17 0'	681	689	698	706	714	731	746	761	783	803	842	878	912	163 0'
18	654	663	671	680	688	704	720	735	756	777	816	852	885	162
19	629	638	646	655	663	679	694	709	731	752	792	827	861	161
20	605	613	622	630	639	655	670	685	707	728	766	801	835	160
22	559	568	577	585	593	609	625	640	662	682	721	756	790	158
26 0'	478	486	495	503	512	528	543	558	580	601	639	675	709	154 0'
30	404	413	422	430	438	454	470	485	507	527	566	602	635	150
34	437	346	354	362	371	387	402	417	439	459	499	534	568	146
40	242	251	259	268	276	292	308	323	344	365	404	440	473	140
46	151	159	168	176	186	201	216	231	253	274	312	348	382	134
52	059	067	076	084	093	109	124	139	161	182	220	256	290	128.
	8° 20'	8° 30'	8° 40	8° 50	9° 0'	9° 20	9° 40	10° 0	10° 30'	11° 0	12° 00	13° 0	14	
	Hauteur du soleil ou de la Lune													

Table XV Argument de L'Accourcissement

	Hauteur Apparente du soleil ou de la Lune													
	15° 0'	16° 0'	17° 0'	18° 0'	19° 0'	20° 0	22° 0	26° 0	30° 0'	34° 0	40° 0'	46° 0'	52° 0'	
15° 0'	1000													165° 0'
16	971	1000												164
17	943	972	1000											163
18	916	946	974	1000										162
19	892	922	949	976	1000									161
20	866	896	923	950	975	1000								160
22° 0'	821	850	878	905	930	955	1000							158° 0'
26	740	769	797	824	849	874	918	1000						154
30	667	696	724	750	776	801	845	927	1000					150
34	599	630	657	684	709	734	778	860	933	1000				146
40	504	534	561	588	613	638	683	764	838	904	1000			140
46	413	442	470	497	522	547	591	670	746	813	909	1000		134
52	321	350	378	405	430	455	409	581	654	721	817	908	1000	128
	15° 0'	16° 0'	17° 0'	18° 0'	19° 0'	20° 0'	22° 0'	26° 0	30° 0	34° 0'	40° 0	46° 0'	52° 0'	
	Hauteur Apparente du soleil ou de la Lune													

Table XVI Accourcissement causé par la Réfraction sur les demi-diamètres inclinés à l'horizon

1.re Partie. Le demi-diamètre étant supposé de 10'

hauteur apparente	Argument															
	000	300	400	500	550	600	625	650	675	700	725	750	775	800	820	840
6° 0	0″,2	0″,5	0″8	1″,2	1″,6	1″,9	2″,3	2″,6	2″,9	3″,1	3″,5	3″,9	4,3	4″,9	5″4	5″,8
6 20	0,1	0,5	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,4
6 40	0,1	0,4	0,7	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,4	4,8	4,2	4,7	5,1
7 0	0,1	0,4	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	3 1	3,5	3.8	4,2	4,6
7 20	0,1	0,3	0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,2
7 40	0,1	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8
8° 0'	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,1	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5
8 30	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0	3.3
9 0	0.1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	3,0
9 30	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7
10 0	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
10 30	″	0,2	0,3	0,5	0.6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
11° 0'	″	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0
11 30	″	0.2	0 3	0.4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1 2	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9
12 0	″	0,2	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0.8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8
13 0	″	0,1	0,2	0.3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	1,9	1,0	1,1	1;3	1,4	1,5
14 .0	″	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
15 0	″	0.1	0 2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2
16° 0'	″	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0.4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0.8	0,9	1,0
18.0	″	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8
20.0	″	0.1	0,1	0,1	0,2	0,2	0 3	0.3	0,4	0.4	0.4	0,5	0.5	0.6	0.6	0,6
22 0	″	″	0.1	0.1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
26.0	″	″	0,1	0.1	0,1	0.1	0.2	0 2	0,2	0.2	0,2	0,3	0.3	0.3	0.4	0.4
30 0	″	″	″	0,1	0,1	0.1	0,1	0,1	0.1	0,1	0.2	0.2	0,2	0,2	0,3	0,3
34° 0	″	″	″	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0.1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0.3
40 0	″	″	″	″	0.1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0.2	0,2	0.2
46 0	″	″	″	″	″	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0,1	0,1	0,1	0,1	0.1	0,2
52 0	″	″	″	″	″	″	″	″	″	0.1	0,1	0 1	0.1	0,1	0,1	0,1
89.0	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	0.1	0 1	0,1	0,1	0.1
90.	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″

Table XVI Accourcissement causé par la Réfraction sur les demi-diamètres inclinés à l'horizon

1.ère Partie. Le demi-diamètre étant supposé de 10'

Argument D

	840	855	870	885	900	910	920	930	940	950	960	970	980	990	995	1000
6°. 0'	5".8	6".3	6".7	7".2	7".7	8".1	8".4	8".9	9".3	9".7	10".2	10".6	11".1	11".7	11".9	12".2
6. 10	5.6	6.0	6.4	6.9	7.3	7.8	8.1	8.5	8.9	9.3	9.8	10.2	11,7	11,2	11,5	11,7
6. 20	5.4	5.8	6.2	6.7	7.2	7.5	7.8	8.2	8.6	9.0	9.4	9.9	10,3	10.8	10.9	11.3
6. 30	5.3	5.6	6.0	6.5	7.9	7.3	7.6	8.0	8.4	8.7	9.1	9.5	10.0	10.4	10,7	10.9
6. 40	5.1	5.5	5.8	6.3	6.7	7.0	7.3	7.7	8.1	8.4	8.8	9.2	9.7	10.1	10.4	10.6
6. 50	4.8	5.2	5.5	5.9	6.3	6.6	6.9	7.3	7.6	8.0	8.4	8.8	9.2	9.6	9.8	10.0
7°. 0'	4".6	4,9	5,2	5.6	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.6	7.9	8.4	8.7	9.1	9.3	9.5
7. 10	4,4	4,7	5.0	5.3	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	8.0	8.3	8.7	8.9	9.1
7. 20	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.6	7.9	8.3	8.5	8.7
7. 30	4.0	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5	5.8	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.6	7.9	8.1	8.3
7. 40	3.8	4.1	4.4	4.7	5.0	5.3	5.5	5.8	6.0	6.3	6.6	6.9	7.3	7.6	7.8	7.9
7. 50	3.6	4.9	4.2	4,5	4,8	5.1	5.3	5.6	5.8	6.0	6.3	6.6	7.0	7.3	7.5	7.6
8° 0'	3.5	3.8	4,0	4,3	4,6	4,9	5,1	5.4	5.6	5.8	6.1	6.4	6.7	7.0	7.2	7.3
8. 15	3.4	3.7	3.9	4,2	4,5	4,7	4,9	5.2	5.4	5.7	5.9	6.2	6.5	6.8	7.0	7.1
8. 30	3.3	3.6	3.8	4.1	4.4	4.6	4,8	5.0	5.3	5.6	5.8	6.0	6.3	6.6	6.8	6.9
8. 45	3.1	3.5	3.7	3.9	4,2	4.4	4,6	4.8	5.1	5.3	5.5	5.7	6.0	6.3	6.5	6.6
9. 0	3.0	3.3	3.5	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.3	5.5	5.8	6.1	6.3	6.4
9. 15	2.8	3.1	3.3	3.6	3.8	4.0	4.1	4.3	4.5	4.7	5.0	5.2	5.5	5.7	5.9	6.0
9°. 30'	2.7	2.9	3.1	3.4	3.6	3.8	3.9	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9	5.2	5.4	5.6	5.7
9. 45	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.5
10. 0	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.3
10. 30	2.3	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.3	3.5	3.6	3.8	3.9	4.1	4.3	4.5	4.7	4.8
11. 0	2.0	2.1	2.3	2.5	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7	3.9	4.1	4.2	4.3
11. 30	1.9	2,1	2,2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9	3.0	3.2	3.3	3.5	3.7	3.9	3.9	4.0
12°. 0'	1.8	2.0	2.1	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	3,1	3.3	3.5	3.7	3.7	3.8
12. 30	1.6	1.8	1,9	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	3.2	3.4	3.4	3.5
13. 0	1.5	1,7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.1	3.2
13. 30	1.4	1.5	1.6	1.7	1,8	1,9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	2.8	2.9
14. 0	1.3	1.4	1.5	1.6	1,7	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.6	2.6	2.7
15. 0	1.1	1.2	1.3	1.4	1,5	1.6	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4
16° 0'	1.0	1,1	1.2	1.2	1.3	1.4	1,5	1,5	1.6	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.1
18. 0	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1,1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7
20. 0	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4
22. 0	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1,0	1.0	1,0	1.0
26.0	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9
30.0	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
34°. 0'	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
40. 0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
46.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
52. 0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
89. 0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
90	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

Table XVII Accourcissement causé par la Réfraction sur les demi-diamètres inclinés à l'horizon

2.e Partie additive aux nombres de la table précédente.

Demi-diamètre en hauteur.

Accourcissem.t pour 10'	14'40"	14'50"	15'0"	15'10"	15'20"	15'30"	15'40"	15'50"	16'0	16'10"	16'20"	16'30"	16'40"	16'50"	17'0"	Accourcissem.t pour 10'
0".2	0".1	0".1	0".1	0".1	0".1	0".1	0".1	0".1	0".1	0".1	0".1	0".1	0".1	0".1	0".1	0".2
0,4	0.2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0.2	0,2	0.2	0.2	0.3	0,3	0.3	0.3	0,3	0,4
0,6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0,6
0,8	0.4	0.4	0,4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8
1,0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	1.0
1,2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.2
1.4	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1,0	1,0	1,4
1.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1,0	1,0	1,0	1.0	1,1	1,1	1,1	1,6
1.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1.3	1,8
2.0	0.9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,3	1,3	1.3	1,4	1,4	2.0
2.2	1.0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1.5	1.5	1.6	2.2
2".4	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	2".4
2.6	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1.8	2,6
2.8	1.3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2.0	2.8
3.0	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2.0	2.0	2,1	2.1	3.0
3.2	1.5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2.1	2.2	2.2	3.2
3.4	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2.0	2.1	2,2	2.2	2.3	2,3	2.4	3.4
3,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2.1	2.2	2.2	2,3	2.3	2.4	2.5	2.5	3.6
3,8	1,8	1,8	1,9	2.0	2.0	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	3.8
4.0	1,9	1,9	2.0	2.1	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	4,0
4,2	2.0	2.0	2.1	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9	2.9	4,2
4".4	2,1	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	4".4
4,6	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.2	4,6
4,8	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	4,8
5,0	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	5.0
5.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.6	5.2
5.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	5.4
5.6	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	5.6
5.8	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	5.8
6.0	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	6.0
6.2	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	6.2
6".4	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	6".4
6.6	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	6,6
6.8	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	6,8
7.0	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	7.0
7.2	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	7.2
7.4	3,5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	4.9	5.1	5.2	7.4
7.6	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	5.1	5.2	5.3	7.6
7.8	3.6	3.8	3.9	4.0	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	5.1	5.2	5.3	5.5	7.8
8,0	3.7	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	4.9	5.1	5.2	5.3	5.5	5.6	8.0
8.2	3.8	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.7	4.8	4.9	5.1	5.2	5.3	5.5	5.6	5.7	8,2
8".4	3.9	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0	5.2	5.3	5.5	5.6	5.7	5.8	8,4
8.6	4.0	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7	4.9	5.0	5.2	5.3	5.4	5.6	5.7	5.9	6.0	8.6
8.8	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	5.0	5.1	5.3	5.4	5.6	5.7	5.9	6.0	6.2	8,8
9.0	4.2	4.4	4.5	4.7	4.8	5.0	5.1	5.3	5.4	5.6	5.7	5.9	6,0	6.2	6.3	9.0
9.2	4.3	4.4	4.6	4.8	4.9	5.1	5.2	5.4	5.5	5.7	5.8	6.0	6.1	6.3	6.4	9.2
9.4	4.4	4.5	4.7	4.9	5.0	5.2	5.3	5.5	5.6	5.8	6.0	6.1	6.3	6.4	6.6	9.4
9.6	4.5	4.6	4.8	5.0	5.1	5.3	5.4	5.6	5.8	5.9	6.1	6.2	6.4	6.6	6.7	9.6
9.8	4.6	4.7	4.9	5.1	5.2	5.4	5.6	5.7	5.9	6.0	6.2	6.4	6.5	6.7	6.9	9.8
10,0	4.7	4.8	5.0	5.2	5.3	5.5	5.7	5.8	6.0	6.2	6.3	6.5	6.7	6.8	7.0	10.0
10.2	4.8	4.9	5.1	5.3	5.4	5.6	5.8	6.0	6,1	6.3	6.5	6.6	6.8	7.0	7.1	10.2
10.4	4.9	5.0	5.2	5.4	5.5	5.7	5.9	6.1	6.2	6.4	6.6	6.8	6.9	7.1	7.3	10.4
10.6	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	5.8	6.0	6.2	6.4	6.5	6.7	6.9	7.0	7.2	7.4	10.6
10.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	10.8
11,0	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.3	7.5	7.7	11,0
11,2	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.3	7.5	7.7	7.8	11.2
11,4	5.3	5.5	5.7	5.9	6,1	6.3	6.5	6.7	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	11,4
11,6	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.3	7.5	7.7	7.9	8.1	11.6
11,8	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.3	7.5	7.7	7.9	8.1	8.3	11.8
12.0	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	12,0
12.2	5.7	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.3	7.5	7.7	7.9	8.1	8.3	8.5	12.2